



17
rej

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**"IDENTIFICACION DE LOS PRINCIPALES
PARAMETROS EN LA ELABORACION DE CAJETA
A BASE DE LECHE DE SOYA"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO DE ALIMENTOS
P R E S E N T A ;
JUAN LEONARDO FLORES Y CANO



MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

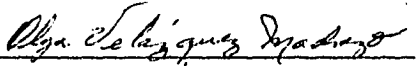
JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE	OLGA VELÁZQUEZ MADRAZO
VOCAL	FRANCISCO JAVIER CASILLAS GÓMEZ
SECRETARIO	MARTÍN MACOUZET GARCÍA
1ER. SUPLENTE	RUTH VILLASEÑOR GUTIÉRREZ
2DO. SUPLENTE	ARNALDO JIMMY MORALES CAÑIPA

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

UNAM, FACULTAD DE QUÍMICA , DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA, EDIFICIO "A", LABORATORIO 4-B

ASESOR DEL TEMA


Q.F.B. OLGA VELÁZQUEZ MADRAZO

SUSTENTANTE


JUAN LEONARDO FLORES Y CANO

Señálate metas elevadas,
esfuerzate por alcanzarlas,
empeñate por lograr rápida y correctamente lo que
ambicionas.

Sueña con ello, vive para ello,
lucha por ello.

Se constante y fiel a ti mismo,
y tan seguro como hay estrellas en el cielo,
y llegaras a tiempo a la verdadera meta de la vida.

HERMAN HITZ.

DEDICATORIAS

A mis padres, Eloísa y Leonardo gracias por ayudarme a lograr las metas que hasta ahora he alcanzado. Pero sobre todo, gracias por su cariño.

A mi tío Pepe gracias por tu apoyo incondicional.

A mis hermanos, Luis, Thalía, Oscar y Carlos..... porque de alguna u otra manera me han ayudado a salir adelante.

A la Q.F.B. Olga Velázquez Madrazo. Gracias por su tiempo cedido para la realización de esta tesis.

A ti CRIS gracias por tu apoyo y colaboración para la realización de esta tesis..... y sobre todo, gracias por estar conmigo.

..... A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO.
GRACIAS..... FACULTAD DE QUÍMICA

**Muchos dicen que tener talento es cuestión de
suerte; muy pocos piensan que tener suerte es
cuestión de dedicación.**

**Estudia como si fueras a vivir siempre;
vive como si fueras a morir mañana.**

ÍNDICE

	Página
CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II.- RESUMEN	3
CAPÍTULO III.- GENERALIDADES	5
1.1 SOYA	5
A) VALOR NUTRICIONAL	6
1.2 LECHE DE SOYA	11
A) EFECTO DE LOS CONSTITUYENTES DE LA SOYA EN LA CALIDAD DE LA LECHE DE SOYA	14
B) MÉTODOS DE ELABORACIÓN DE LECHE DE SOYA	17
C) VALOR NUTRICIONAL DE LA LECHE DE SOYA	19
D) INTOLERANCIA A LA LACTOSA	23
E) MERCADO DE LA LECHE DE SOYA	25
F) NORMAS EXISTENTES SOBRE LA LECHE DE SOYA	27

<i>1.3 INTRODUCCIÓN DE NUEVOS ALIMENTOS</i>	29
<i>1.4 ANTECEDENTES EN LA PRODUCCIÓN DE DULCES A BASE DE SOYA</i>	30
<i>1.5 DULCE TÍPICO MEXICANO: LA CAJETA</i>	31
CAPÍTULO IV.- PARTE EXPERIMENTAL	35
CAPÍTULO V.- RESULTADOS	46
CAPÍTULO VI.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS	58
CAPÍTULO VII.- CONCLUSIONES	62
CAPÍTULO VIII.- ANEXO	64
CAPÍTULO IX.- BIBLIOGRAFÍA	66

INTRODUCCION

La escasez de alimentos animales que existe en muchos países, el elevado precio que alcanzan y, sobre todo, la facilidad de obtención de los nutrientes vegetales, son la causa de que en los últimos años hayan aparecido un gran número de productos de origen vegetal, similares a la leche.

El frijol de soya se diferencia de los demás vegetales por su alto contenido proteínico y su alto contenido de aminoácidos indispensables. Actualmente el frijol de soya se utiliza como materia prima de una gran variedad de productos, tales como: leche de soya, okara, tofu, helado de soya, yoghurt de soya, cacahuates de soya, tempeh y café de soya, entre otros (10).

La leche de soya es un producto obtenido industrialmente a partir del frijol de soya. De la leche de soya se han elaborado productos como el tofu y el yoghurt. Sin embargo no se ha tratado de realizar un producto mexicano, como la cajeta. Se sabe que la cajeta forma parte de una gran variedad de dulces típicos mexicanos elaborados a partir de leche con azúcares en proporciones definidas y adicionadas de sustancias aromáticas. Es un producto de consistencia pastosa, de olor y sabor característico, usado como golosina. El color de la cajeta se debe tanto a las reacciones de caramelización como de Maillard, causadas ambas por el calentamiento continuo; el desarrollo de consistencia, color y sabor de la cajeta dependen de la temperatura y tiempo de calentamiento (28).

El origen de la leche con la que se ha elaborado hasta ahora la cajeta, puede ser de vaca, de cabra o de mezcla de ambas.

En este trabajo se pretende establecer los parámetros del proceso de elaboración de cajeta a base de leche de soya , para obtener un producto que reúna características tanto sensoriales como fisicoquímicas similares a la de cajeta de leche de vaca.

La justificación de este trabajo es la obtención de un producto similar al ya existente en el mercado, pero cuyo contenido en colesterol es nulo y que puede ser consumido por personas intolerantes a la lactosa.

RESUMEN

Este trabajo consistió en la elaboración de cajeta a partir de leche de soya, para obtener un producto similar al que existe en el mercado (cajeta de leche de vaca), pero libre en colesterol y de menor precio.

Inicialmente se realizaron pruebas de elaboración de la cajeta con leche de soya, aplicando la metodología empleada para la cajeta de leche de vaca. Se establecieron las condiciones de pH, temperatura y tiempo de calentamiento necesarios para el proceso. A partir de los resultados obtenidos del análisis sensorial, se seleccionaron y probaron algunos aditivos y cambios en las formulaciones para mejorar su consistencia y translucidez, seleccionando finalmente: carboximetilcelulosa para mejorar la consistencia y bióxido de titanio como opacante. A continuación se determinaron las concentraciones adecuadas de los aditivos, dentro de los límites permitidos por la Secretaría de Salud. Posteriormente se optimizó la manera de adicionar los aditivos durante el proceso de elaboración de la cajeta.

Una vez establecidas la formulación y las condiciones de proceso, se elaboró el producto y se sometió a pruebas sensoriales, comparándolo con una cajeta comercial de leche de vaca, obteniendo resultados similares, excepto en el sabor, el cual resultó diferente, pero agradable.

Dado que se obtuvieron resultados satisfactorios se procedió a la realización de las determinaciones fisicoquímicas (proteína, azúcares reductores totales, azúcares

reductores directos, cenizas y humedad). Los resultados obtenidos se compararon con la NOM para cajeta, observándose que todos están dentro de los límites establecidos. También se realizaron análisis microbiológicos, obteniéndose resultados satisfactorios. Posteriormente se realizó un breve estudio de mercado y un estudio de vida de anaquel del producto.

Se concluye que la cajeta a base de leche de soya es un producto de fácil elaboración, de bajo costo de producción y que debido a sus características tanto sensoriales como nutricias y fisicoquímicas tendría demanda en el mercado. Aunque faltaría hacer un estudio de vida de anaquel más exhaustivo para determinar su tiempo de vida .

GENERALIDADES

1.1 SOYA

Durante cientos de años la soya ha sido un producto de consumo muy amplio en toda Asia. Las primeras noticias que se tienen de la soya, en los Estados Unidos son de un cargamento llegado en 1801, como lastre, a bordo de un barco proveniente de China, pero no fue sino hasta 1890 que se manifestó un mayor interés por este grano. En la primera guerra mundial se dio mayor importancia a la soya como fuente potencial de aceite y de proteínas de alta calidad a bajo costo. Los productos de proteína de soya se agrupan en tres categorías generales: harina de soya, concentrados de proteína de soya y aislados de proteína de soya.

Desde hace algunos años ha venido extendiéndose en el hemisferio occidental, el cultivo del frijol de soya. Este producto es conocido y utilizado en el oriente sobre todo en China y Japón desde hace miles de años. Al principio se empleaba el fruto verde o seco en la producción de diversos alimentos. Más tarde, se aprovechó industrializado en forma rudimentaria (16).

Aunque en la actualidad la proteína de soya constituye un componente todavía pequeño de la dieta, se espera que sus cualidades eleven el consumo humano de esta leguminosa. Hay una gran variedad de productos de soya, de bajo costo y alta funcionalidad, que cuando se incluyen como parte de la dieta, cumplen con

las recomendaciones nutricionales de las guías alimenticias publicadas en los Estados Unidos y en casi todo el mundo (14).

La mayor parte del frijol de soya destinado a la alimentación se convierte en productos semifabricados que se incorporan en otros productos alimenticios, por razones técnicas nutrimentales o de otro tipo. Sólo un pequeño porcentaje de frijol de soya se procesa para convertirlo en productos alimenticios finales. Estos productos son por ejemplo, la salsa de soya, la leche de soya o el tofu. Para el consumidor europeo lo más conocido es la salsa; la leche y el tofu son considerablemente menos conocidos; en tanto, la aplicación de la soya como producto intermedio, que globalmente es mucho más importante, por ejemplo como condimento, lecitina, aceite o harina, es mucho menos conocida. Existe una sorprendente desproporción entre su popularidad y su importancia como producto dentro de la alimentación humana (25).

En ciertos países, como los Estados Unidos, Holanda, Dinamarca, aunque existe un abundante suministro de leche de soya, su uso está incrementándose y en algunas circunstancias la demanda ya ha excedido a la producción (2).

A) VALOR NUTRICIONAL

La soya pertenece a las leguminosas y por su alto contenido de aceite se incluye, junto con el cártamo, el algodón, el girasol, la aceituna y el cacahuete en las

oleaginosas. En muchos países occidentales, esta semilla se utiliza para la extracción de aceite y el residuo o pasta, rico en proteínas, se emplea para la alimentación animal. En oriente, la soya es fundamental en la dieta de un gran sector de la población. Debido a sus propiedades nutritivas principalmente por su proteína, en los últimos años ha habido un gran desarrollo científico y tecnológico para su aprovechamiento integral (20).

La soya contiene aproximadamente 40% de proteína, como se muestra en el cuadro I. Este es un esquema promedio y puede variar dentro de límites estrechos debido al cultivo y medio ambiente. En cualquier caso, la soya tiene un contenido mucho más alto de proteína que otros granos de leguminosa cuyo promedio es de entre 20 y 30% de proteína.

La soya tiene características peculiares, diferentes de otros vegetales; proporciona proteínas de una calidad similar a la de proteína animal: contiene en proporciones casi óptimas, todos los aminoácidos esenciales en la dieta del hombre y de los animales (17).

La proteína de soya es particularmente valiosa debido a que su composición de aminoácidos complementa la de los cereales, como se muestra en el cuadro 2. La soya es limitante en aminoácidos sulfurados: cistina y metionina, pero contiene suficiente lisina para superar la deficiencia de ésta que tienen los cereales.

Por ello, las combinaciones de cereales y soya tienen un mayor valor nutricional que cada uno de estos por separado o que la simple suma de nutrientes. La proteína de soya se compara muy bien con el patrón de referencia de contenido de aminoácidos de la FAO, a excepción de su déficit de aminoácidos sulfurados.

Al igual que otros alimentos de origen vegetal, la disponibilidad de minerales como el Zn y Fe, está por debajo de lo deseable en la proteína de soya. La relativa abundancia de los minerales en la soya compensa parcialmente esta deficiencia. Sin embargo, cuando un producto de soya representa un aporte calórico importante en la dieta, se debe considerar un suplemento de minerales y/o la utilización de las técnicas de procesamiento que den como resultado un aprovechamiento óptimo de los minerales. Parece ser que los niveles de nutrientes de varios de los productos de soya y las necesidades de la salud humana son coincidentes (10).

La producción de proteínas de soya representa una alternativa muy importante para la gran deficiencia que existe de proteínas convencionales, como las de leche y carne, especialmente en los países en desarrollo y subdesarrollados (12).

La soya constituye una fuente de proteínas de alta calidad y costo reducido. Básicamente, sus proteínas son equivalentes a las proteínas animales de mejor calidad. Por ello, la soya puede desempeñar un importante papel al proporcionar un contenido nutritivo óptimo para los habitantes de países subdesarrollados o en vías de desarrollo. La soya y sus derivados también aportan otros muchos beneficios que se vuelven cada vez más importantes. Algunos de estos beneficios, como la

capacidad para reducir el colesterol, se relacionan con las proteínas y otros, como sus efectos anticancerígenos, pueden deberse a factores no proteicos.

Es importante continuar investigando los beneficios que la soya brinda a la salud y alentar su utilización como alimento para los seres humanos (15).

Cuadro 1

COMPOSICIÓN APROXIMADA DEL FRIJOL DE SOYA (BASE SECA).

<i>Componente</i>	<i>Porcentaje(%)</i>
Proteínas	40
Lípidos	20
Celulosa y hemicelulosa	17
Azúcares	7
Fibra cruda	5
Cenizas	6

(24)

Cuadro 2

COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES DE LA SOYA, GLUTEN DE TRIGO, ARROZ, MAÍZ Y FRIJOL COMÚN (g/16g de N)

<i>Amino-ácido</i>	<i>Frijol de soya</i>	<i>Gluten de trigo</i>	<i>Arroz</i>	<i>Maíz molido</i>	<i>Frijol común</i>	<i>Patrón de referencia de la FAO</i>
Isoleucina	5.1	3.9	4.1	3.7	4.5	6.4
Leucina	7.7	6.9	8.2	13.6	7.7	4.8
Lisina	6.9	1.0	3.8	2.6	7.0	4.2
Metionina	1.6	1.4	3.4	1.8	0.6	2.2
Cisteína	1.3	---	---	---	---	4.2
Fenilalanina	5.0	3.7	6.0	5.1	4.3	2.8
Treonina	4.3	4.7	4.3	3.6	3.7	2.8
Triptofano	1.3	0.7	1.2	0.7	---	1.4
Valina	5.4	5.3	7.2	5.3	5.2	4.2
Histidina	2.6	1.8	---	2.8	2.8	---

(26)

1.2 LECHE DE SOYA

La leche de soya básicamente es un extracto acuoso del grano de soya, una dispersión estable de las proteínas de soya en agua, semejante, en apariencia, a la leche de vaca (1).

La leche de soya es importante en la dieta tradicional de Asia Oriental especialmente en China. En el oriente se considera una bebida refrescante al igual que saludable. La leche de soya cobra importancia como fuente proteínica en muchos países en desarrollo en que la desnutrición representa un problema por la falta de proteínas. Gran porcentaje de la población Asiática, Africana y Latinoamericana no tolera la lactosa; por lo tanto la leche de soya desempeña un papel todavía más predominante como fuente de proteína de alta calidad. En la última década, el consumo de leche de soya en Europa y América del Norte ha experimentado un incremento lento, pero sostenido. Esto podría deberse a una mayor concientización por parte del consumidor sobre la relación que existe entre la dieta y la salud. La leche de soya es deseable, ya que no contiene colesterol, es baja en grasas saturadas, así como excelente fuente de muchos otros nutrimentos.

El oriente, incluyendo Asia Oriental y Asia Suroriental, es el mercado más grande para la leche de soya tradicional. La gente en estas regiones considera que la leche de soya es un producto distinto a la leche de vaca. Así pues, la leche de soya y la leche de vaca se encuentran presentes en el mismo mercado.

La mayoría de los chinos surorientales aceptan la tradicional leche de soya con ese sabor relativamente "afrijolado". Los coreanos, y particularmente los japoneses, aceptan una concentración mucho menor de ese sabor "afrijolado" en la leche de soya. Por otra parte los surasiáticos, africanos, europeos y americanos, quienes están acostumbrados a tomar leche de vaca, no aceptan esa sensación en la leche de soya.

La leche de soya tiene que ser preparada con un proceso específico para eliminar totalmente esos sabores. A pesar de estos problemas, el consumo de leche de soya se ha incrementado en forma constante.

Es necesario producir leche de soya para satisfacer requerimientos específicos de calidad o la demanda por parte de gente con diferentes culturas y gustos. Al conocer los problemas asociados con la soya y la tecnología de procesamiento de la leche de soya, se puede producir una leche de soya de calidad para ciertos mercados (1).

La patente para la producción de leche de soya fue otorgada en 1910 en Gran Bretaña, y la primera fábrica productora de leche de soya se estableció en Shanghai, China en 1936. El primer éxito comercial de la leche de soya: "Vitasoy" se inició en Hong Kong en 1940, habiendo sido exitosamente etiquetada como una bebida de leche de soya, más no como un sustituto de la leche. El rápido desarrollo y el consumo de varios tipos de leche de soya, ha tenido lugar también en Singapur, Tailandia, Taiwan, Japón y Corea.

También las leches pueden ser saborizadas con huevo, leche, fresa, cacahuete, chocolate, café, naranja, manzana, etc. siendo más populares los tres primeros sabores.

La aceptación de la leche de soya se está incrementando constantemente como un alimento libre de colesterol. Sin embargo, la tendencia es más bien para el consumo de las bebidas de soya procesadas, mientras que el consumo directo de la leche de soya ha disminuido. El desarrollo tecnológico y las propiedades nutricias de la soya son los factores principales del rápido desarrollo y aceptación de la leche de soya en la última década. El principal problema asociado a la expansión del uso de la leche de soya en el Occidente y en otros muchos países ha sido la eliminación del sabor afrijolado. Las técnicas modernas procesan las leches de soya sin sabor "*afrijolado*".

La leche de soya contiene nutrimentos importantes para la nutrición humana: proteína, aceite, carbohidratos, minerales y vitaminas, además de tener una alta digestibilidad. La leche de soya es una forma simple de alimento y es una alternativa para la nutrición en países donde la leche de vaca no se consigue fácilmente o es demasiado cara. La leche de soya contiene más proteína y menos calorías que la leche de vaca. Además de que la leche de soya provee de ácidos grasos indispensables y no contiene colesterol, lactosa y casi ningún factor alergénico.

Recientemente muchas personas se han interesado en la leche de soya porque la consideran como un alimento natural saludable (3) .

A) EFECTO DE LOS CONSTITUYENTES DE LA SOYA EN LA CALIDAD DE LA LECHE DE SOYA.

Algunos de los componentes indeseables de la soya afectan la calidad y aceptación de la leche de soya; éstos se asocian con los problemas de mayor peso en importancia para su producción y consumo.

Sabor a frijol.- El principal problema por resolver, a fin de mejorar la imagen de la leche de soya y aumentar su demanda, es la reducción o eliminación del sabor afrijolado para producir productos con sabor suave. Se ha dicho que la leche de soya llegará a ser un producto factible de comercializarse cuando se logren el sabor y las cualidades nutricias similares a las de la leche de vaca. Sin embargo, en realidad, la leche de soya nunca tendrá el sabor de la leche de vaca, y por lo tanto, su éxito depende de sus propios méritos. Para que la leche de soya sea aceptada, no deberá de tener sabor a frijol/amargo y deberá tener un sabor agradable de cereal.

Como es sabido, la lipoxigenasa o lipoxidasa presente en el frijol de soya crudo, es la responsable de que aparezca el sabor "afrijolado" en la leche de soya. La lipoxigenasa del frijol de soya cataliza la oxidación de los ácidos grasos insaturados para transformarlos en hidroperóxidos, los cuales se descomponen para producir el sabor afrijolado que se debe a componentes tales como ceto-vinil-etil-hexanal-n, pentanal y 1-octano-3-ol.

Como consecuencia, la actividad de la lipoxigenasa es la responsable de los sabores y olores indeseables que se desarrollan durante el quebrado o molido del frijol de soya.

La lipoxigenasa se puede inactivar ajustando el pH extraído de la leche de soya a menos de 3 o arriba de 10, o por medio del calentamiento de la soya a temperaturas más altas de 80°C. La lipoxigenasa es frecuentemente inactivada por medio del blanqueado en agua antes del quebrado o el molido, a fin de minimizar y quitar el mal sabor durante la preparación de la leche de soya (2).

Digestibilidad proteínica.- Los inhibidores de tripsina están distribuidos ampliamente en una gran variedad de semillas de leguminosas, incluyendo la soya. Estos inhibidores disminuyen la disponibilidad de enzimas de tripsina, que son importantes para digerir las proteínas.

La inactivación de los inhibidores de la tripsina está en función del tiempo, temperatura, pH, contenido de humedad y tamaño de las partículas.

Los inhibidores en soya remojada durante toda la noche se inactivan al blanquear la soya descascarada; sin remojar la soya, se requieren 10 minutos en agua hirviendo con 0.5% de bicarbonato de sodio, y calentamiento de la leche de soya a 95°C durante 10 minutos para inactivar dichos inhibidores.

Flatulencia.- La soya, como muchas otras leguminosas, contiene casi 10% de hidratos de carbono solubles con aproximadamente 5% de sacarosa, 1% de rafinosa y 4% de estaquiosa. La flora intestinal fermenta estos azúcares y la producción de gases resultantes ocasiona flatulencia.

Los azúcares indeseables pueden reducirse con la enzima alfa-galactosidasa o mediante fermentación con bacterias del ácido láctico. Remojar, blanquear y germinar la soya reduce una gran cantidad de estos azúcares.

Astringencia.- La astringencia también recibe el nombre de factor de resequeidad de boca y contracción u obstrucción en la garganta; muchas veces se caracteriza por una sensación de resequeidad y un sabor amargo. Algunos estudios señalan que las sustancias polifenólicas, que normalmente se encuentran en la soya, interactúan con la mucoproteína de la boca o garganta y producen una sensación de astringencia. Los principales compuestos fenólicos de la soya son las isoflavonas. Se ha descubierto que la enzima beta-glucosidasa se vuelve muy activa al remojar la soya. La enzima hidroliza los glucósidos de la isoflavona: daidzina y genistina en la soya hidratada para producir agluconas de isoflavona: daidzeína y genisteína. Tal parece que la daidzeína y la genisteína son responsables de la astringencia y del sabor amargo de la leche de soya.

Otros factores.- El color de la leche de soya varía en gran medida de blanquecino a muy amarillo. Esto se ve afectado principalmente por la materia prima y los métodos de procesamiento utilizados para preparar la leche de soya. Sin embargo, por lo general tiene un color anarillo al comparársele con la leche de vaca. Con objeto de mejorar el color blanco de la leche de soya, se puede añadir aceite refinado después de la homogeneización.

B) MÉTODOS DE ELABORACIÓN DE LECHE DE SOYA.

En general, la leche de soya se prepara con soya integral. Sólo puede producirse una leche de soya de calidad si se tienen materias primas de calidad.

Los constituyentes y procesamiento también repercuten en la calidad de la leche de soya. Muchos problemas relacionados con la soya pueden resolverse al ajustar los parámetros del proceso. La leche de soya puede prepararse con soya integral, harina de soya y/o aislado de proteína de soya como se muestra en el cuadro 3. Las leches de soya preparada con soya integral y con harina de soya tienen un sabor natural a soya, tanto en sus notas agradables como en las indeseables. La leche de soya hecha con harina de soya tiene un color muy amarillo y contiene casi todos los oligosacáridos presentes en la harina. El aislado de proteína de soya puede ser un buen material inicial para la leche parecida a la de vaca y otros productos análogos. El método de procesamiento y materia prima deberán ser económicos a fin de producir el tipo de leche de soya que satisfaga a consumidores y mercados específicos (1).

Un adecuado procesamiento térmico de los productos de soya, da como resultado ingredientes o alimentos con un buen perfil de aminoácidos y otros nutrimentos. La proteína de soya ha demostrado ser más adecuada para un crecimiento y desarrollo convenientes de animales y seres humanos que las demás proteínas de origen vegetal (5).

Cuadro 3. PROCESO PARA LECHE DE SOYA CON: SOYA INTEGRAL (SI), HARINA DE SOYA (HS) Y AISLADO DE PROTEÍNA DE SOYA (APS).

Método	Pasos del proceso	Sabor	Contenido de oligosacáridos	Color	Proteína extraída de sl
A	Remojar-SI, moler en frío y filtrar/calentar.	Bastante afrijolado	Alto	Cremoso	Muy alta
B	Remojar-SI, moler en frío y calentar/filtrar.	Ligeramente	Alto	Cremoso	Muy alta
C	Remojar-SI, moler en caliente y calentar/filtrar.	Bastante reducido	Alto	Cremoso	Alta
D	Remojar-blanquear-SI, moler y calentar/filtrar.	Reducido	Bajo	Cremoso	Mediana a alta
E	Blanquear-SI, moler en caliente con vapor y calentar/filtrar.	Blando	Bajo	Cremoso	Mediana
F	SI, moler-HS-agua fría y calentar/filtrar.	Bastante afrijolado	Muy alto	Amarillento	Muy alta
G	SI, moler- HS-agua caliente/vapor y calentar/filtrar.	Blando	Muy alto	Amarillento	Muy alta
H	SI, calentar en seco, moler-HS-agua caliente y calentar/filtrar.	Tostado	Muy alto	Amarillento	Mediana
I	APS, agua fría/caliente.	Blando	Muy alto	Blanco	Baja a mediana

C) VALOR NUTRITIVO DE LA LECHE DE SOYA.

La desnutrición por falta de proteínas y proteínas-energía es uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta una gran parte de la cada vez más creciente población mundial. Dado que ya no hay tanta disponibilidad de fuentes de proteína tradicionales como la leche deshidratada y descremada para ser distribuida a todo el mundo, muchos organismos gubernamentales, así como organizaciones internacionales han concentrado sus esfuerzos en incrementar el uso de proteínas vegetales para consumo humano.

Desde antaño, las oleaginosas han sido reconocidas como una fuente potencialmente valiosa para combatir la desnutrición, ya que contienen tanto calorías como proteínas, siendo la principal oleaginosa que se cultiva en muchos países, el frijol de soya que ha sido objeto de mucha atención como materia prima para alimentos de alto contenido proteico, como lo muestra el cuadro 4 (17).

Uno de los sustitutos de leche más empleados en trastornos metabólicos congénitos o desnutrición proteica es la leche de soya, nombre dado a un extracto acuoso de frijol de soya o a la emulsión fina de la harina de soya con apariencia de leche, la cual ha sido estudiada comparativamente con la leche materna y las fórmulas a base de leche de vaca. Los resultados obtenidos con leche humana, leche de vaca y sustitutos de leche vegetal, han servido para determinar las cantidades de proteína ingerida y el volumen de leche consumido, y poder hacer así recomendaciones en áreas donde la desnutrición proteica es frecuente (9).

Cuadro 4

COMPOSICIÓN DE LECHE DE VACA Y LECHE DE SOYA. NUTRIMENTO / 100g

	LECHE DE SOYA	LECHE DE VACA
Calorías	44	59
Agua	90.8	88.6
Proteína	3.6	2.9
Grasa	2.0	3.3
Carbohidratos	2.9	4.5
Cenizas	0.5	0.7

MINERALES (mg)	LECHE DE SOYA	LECHE DE VACA
Ca	15	100
P	49	90
Na	2.0	36
Fe	1.2	0.1

VITAMINAS(mg)	LECHE DE SOYA	LECHE DE VACA
Tiamina(B1)	0.03	0.04
Rivoflavina(B2)	0.02	0.15
Niacina	0.50	0.20

ACIDOS GRASOS	LECHE DE SOYA	LECHE DE VACA
Saturados(%)	40 - 48	60 - 70
Insaturados(%)	52 - 60	30 - 40
Colesterol(mg)	0	9.24 - 9.9

Investigaciones recientes sugieren que la proteína de soya puede aportar beneficios adicionales para la salud, ya que en sujetos hiperlipidémicos, parece reducir el colesterol en suero, así como los triglicéridos en individuos con altos niveles de estos lípidos.

Estos efectos, aún cuando no han sido demostrados en todos los estudios, parecen ser atribuibles al contenido de aminoácidos de la proteína de soya, como se aprecia en el cuadro 5. Además los polisacáridos del cotiledón de soya, constituidos tanto por carbohidratos digestibles como por fibra de baja digestibilidad, parecen reducir el colesterol en suero y disminuir la respuesta de insulina a una dosis oral de glucosa en pacientes con hipercolesterolemia.

Las fórmulas a base de soya generalmente se complementan con metionina y varias vitaminas y minerales, y se suministran a infantes, especialmente los que presentan alergia a las fórmulas base de la leche de vaca (6).

Aunque falta mucho por investigar, los productos de soya, pueden ser auxiliares útiles junto con otras modificaciones a la dieta, en el tratamiento de niveles altos de lípidos en suero, o de diabetes (27).

Cuadro 5

COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS EN LA LECHE DE SOYA INDUSTRIALIZADA Y AMINOÁCIDOS DE LA PROTEÍNA DE LA FAO (EN g/100g DE PROTEÍNA).

AMINOÁCIDOS INDISPENSABLES	LECHE DE SOYA INDUSTRIALIZADA	PROTEÍNA DE LA FAO
Lisina	5.58	7.20
Valina	4.70	7.40
Leucina	7.95	12.65
Isoleucina	4.87	6.38
Treonina	3.66	4.45
Metionina	1.44	2.49
Fenilalanina	5.00	6.92
Triptofano	1.36	1.55

Tomado de Matthews, Ruth (17).

D) INTOLERANCIA A LA LACTOSA

Un producto similar a la leche de soya y sus derivados podría ser de beneficio para aquellas personas que no toleran la leche de vaca. La intolerancia a la leche, por lo general, es el resultado de no poder digerir el azúcar de la leche: la lactosa.

Normalmente, esta intolerancia se debe a que se pierde la capacidad de metabolizar la lactosa por la inactivación de las lactasas intestinale: después del destete.

La intolerancia a la lactosa se manifiesta presentando uno o más síntomas como: dolor abdominal, cólicos, molestia; diarrea y producción de gases que ocasionan inflamación del abdomen y flatulencia.

Existen marcados patrones raciales sobre la frecuencia de la intolerancia a la lactosa en una población tal y como se muestra en el cuadro 6. En Europa la incidencia en adultos es de aproximadamente 1%. Sin embargo, en América del Norte, esta situación de intolerancia es ligeramente mayor: de 6 a 19%, para la población blanca estadounidense, y mucho más alta: de 72 a 77% para los de color. La frecuencia en África, Asia, Medio Oriente y América Latina es alta, variando de 50 a 100%, según diferentes estudios. La ocurrencia de una baja actividad de lactasa en la mayoría de la población adulta en regiones del mundo en vías de desarrollo ha presionado a considerar las posibles implicaciones que tiene el uso de productos lácteos como fuente de proteína. Las molestias causadas por la intolerancia a la lactosa afectan la aceptación y limitan el consumo de leche, por lo

que es probable que la absorción de proteínas, así como de otros nutrientes también se vea afectada.

Al utilizar un producto parecido a la leche de soya podríamos evitarnos estos problemas. La soya no contiene lactosa, es una excelente fuente de proteína y calorías de alta calidad. Por lo tanto es conveniente hacer llegar estos nutrientes, sobre todo a poblaciones con mayor frecuencia de intolerancia a la lactosa (1).

Cuadro 6

FRECUENCIA DE INTOLERANCIA A LA LACTOSA EN ADULTOS

Continente/Región	%
África	50-100
Asia	50-100
Medio Oriente	50-100
América Latina	50-100
América del Norte	
- Población blanca	6-19
- Población de color	72-77
Europa	1

(1)

E) MERCADO DE LA LECHE DE SOYA.

Actualmente la leche de soya es uno de los alimentos derivados de esta leguminosa, con el mercado de más rápido crecimiento en el mundo.

Se considera que han sido cuatro factores los que han contribuido al gran impulso a la producción de la leche de soya durante la última década. Se trata de :

1) El desarrollo tecnológico: El problema mayor para incrementar el consumo de leche de soya en occidente y en muchos otros países ha radicado en la eliminación del llamado sabor afrijolado de la leche de soya. La moderna tecnología en alimentos, ahora tiene posibilidades de producir leche de soya de buena calidad, sin este sabor a frijol, con un sabor neutro que lo hace parecido al de la leche de vaca.

Mediante la extracción acuosa de los nutrimentos de la soya, podemos producir excelentes alimentos de alto valor nutricional y sabor inobjetable.

2) Nutrición.- La leche de soya contiene dos nutrimentos importantes: proteína y aceite, y es altamente digerible. La leche de soya constituye la forma comestible más simple de la soya, siendo una buena fuente alterna de nutrimentos para países donde la producción de leche de vaca resulta insuficiente y cara.

3) Consideraciones a la salud.- La leche de soya contiene más proteínas y menos calorías que la leche de vaca. La leche de soya es también buena fuente de ácidos

grasos indispensables y lecitina además de que se encuentra libre de colesterol, lactosa y factores alergénicos (24) .

4) Distribución de la información.- La publicación de revistas y libros sobre alimentos con soya ha contribuido al rápido desarrollo de industrias de leche de soya a pequeña y gran escala en el mundo.

El consumo de leche de soya ayuda a mejorar la salud de las personas y contribuye a aliviar el hambre en muchos países en vías de desarrollo.

La reacción negativa por parte de los consumidores a este tipo de productos desaparecerá, al presentarse los siguientes factores:

- Producción de alimentos de costo razonable.
- Lanzamiento al mercado de productos de soya con un nombre nuevo.
- Formación de una nueva generación de consumidores.
- Escasez de dinero.
- Falta de productos proteicos de la canasta básica en la dieta familiar.
- Desastres y necesidad.

Conforme se desarrolle más el mercado y un mayor número de procesadores se involucren en la producción y ventas de la leche de soya, los consumidores dispondrán de una amplia variedad en tipos, estilos y sabores de la leche de soya.

Esto se debe a:

- Mayor comprensión de las necesidades de los diferentes consumidores.
- El desarrollo de nichos de mercado.
- Competencia con otras marcas.
- Mejoramiento en la tecnología de saborización y fortificación.

F) NORMAS EXISTENTES SOBRE LECHE DE SOYA.

El cuadro 7 muestra las especificaciones para la composición de leche de soya en varios países. Debido a que en los Estados Unidos aún se tienen en discusión, no han sido incluidos en este cuadro.

Cada país establece especificaciones de calidad para la leche de soya, basadas en las preferencias locales en sabor y uso con el mismo objetivo: asegurar a los consumidores un producto nutritivo de alta calidad. Las normas japonesas fueron establecidas primeramente en 1981, pero se revisaron en 1985, para permitir que las bebidas pudieran ser elaboradas a partir de proteínas de soya o de frijol de soya entero, siempre y cuando tuvieran por lo menos el 1.8% de soya.

Las Normas nacionales Chinas (CNS) fueron establecidas en 1984, pero fueron recientemente revisadas disminuyendo el nivel mínimo de proteína en su leche de soya del 3.4% al 2.6% para evitar un impuesto sobre la mercancía.

También los niveles mínimos de grasa fueron revisados y modificados hacia la baja de 1.0% y 2.0% al 0.5%, para permitir comercializar una leche de soya baja en grasa.

(Cuadro 7)

NORMAS DE LECHE DE SOYA EN VARIOS PAÍSES
ESPECIFICACIONES MÍNIMAS

País	Producto	Proteína	Grasa	Sólidos de soya
Japón	Leche de soya	3.8%	-	8.0%
	Mezcla de leche de soya	3.0%	-	6.0-8.0%
	Bebidas de leche de soya	1.8%	-	4.0-6.0%
	Bebidas de proteína de soya	1.8%	-	
Taiwan	Leche de soya	2.6%	0.5%	
	Fórmula leche de soya	2.0%	0.5%	
	Bebida de soya	1.4%	0.5%	
	Leche de soya	2.0%		
	Bebida de soya	2.0%		
Tailandia	Leche de soya	2.0%	1.0%	

Fuente: Steve Chen, ASA, Ministerio japonés de agricultura, vegetación y pesca;

Normas Nacionales de China (2) .

1.3 INTRODUCCIÓN DE NUEVOS ALIMENTOS

La introducción de nuevos alimentos que compensen las deficiencias de la dieta de consumo tradicional es uno de los aspectos más prometedores de los programas de nutrición aplicada. Los suplementos alimenticios, ya sean animales o vegetales deben de llenar un mínimo de requisitos:

- 1.- Que exista en abundancia la materia prima para producirlos.
- 2.- Que exista un procedimiento comercial accesible, que permita su elaboración en gran escala y a bajo costo.
- 3.- Que el producto esté libre de gérmenes patógenos.
- 4.- Que los análisis químicos demuestren su alto contenido biológico en nitrógeno y en aminoácidos.
- 5.- Que pueda ser almacenado durante largo tiempo, sin alterar sus cualidades de alimento.
- 6.- Que se haya ensayado en animales con resultados satisfactorios.
- 7.- Que posea buena tolerancia y aceptación para el adulto.
- 8.- Que posea buena tolerancia y aceptación para el niño.
- 9.- Que se pueda agregar a los alimentos que constituyen la dieta básica de un país o región, sin alterar el aspecto, el olor, el sabor o el proceso culinario de dicha dieta.
- 10.- Que se hayan hecho satisfactoriamente estudios de campo sobre su empleo en comunidades.

Un alimento nuevo o suplementario que llena estos requisitos, tiene una situación ideal como complemento de la alimentación (7).

1.4 ANTECEDENTES EN LA PRODUCCIÓN DE DULCES A BASE DE SOYA.

En 1957 se realizó una imitación de nuez con un aislado de proteína de soya.

En 1969 se discutía el uso de los productos de soya, en dulces y productos de confitería.

En 1974 se desarrolló una pastilla láctea, elaborada originalmente con : harina de soya, leche en polvo, azúcar, estabilizador, mezcla vitamínica y cocoa.

En 1976 se reportan análisis y aplicaciones de: soya descascarada, harina de soya integral, harina texturizada, harina lecitinada, harina extrudida, concentrados y aislados de soya.

Estos productos no son populares en México como lo es el cacahuete, del que se pueden encontrar dulces regionales como la palanqueta, el garapiñado y el mazapán que además tienen gran demanda (5,10).

En 1979 se elaboraron dulces de soya, tipo cacahuete garapiñado, palanqueta y mazapán, utilizando directamente el frijol de soya, pero no se elaboraron dulces a base de leche de soya (19) .

Por otra parte existen evidencias, que consideran al colesterol como uno de los principales factores de riesgo en las enfermedades cardiovasculares. Por lo que se ha realizado la sustitución de algunos alimentos por otros similares, pero con menor contenido de colesterol. Es el caso de los productos de soya, que por su bajo

o casi nulo contenido de colesterol, se han tratado de introducir al mercado en sustitución de otros productos semejantes. Existen algunos reportes que comparan el contenido de colesterol en la leche de vaca y en la leche de soya: 0.0 y 9.5mg, respectivamente (21).

1.5 DULCE TÍPICO MEXICANO: LA CAJETA

La cajeta es un producto dulce derivado de la leche y que se fabrica tradicionalmente utilizando leche de cabra, aún cuando hoy día es más común emplear leche de vaca.

Este producto se elabora por concentración de la leche a la que se le han adicionado azúcar y glucosa. Generalmente la concentración se efectúa hasta alcanzar un porcentaje de sólidos totales entre 65 y 70%.

El proceso de concentración se realiza comúnmente a presión atmosférica, en recipientes abiertos; hasta obtener un producto de consistencia muy viscosa de color café claro hasta el pardo rojizo y de agradable sabor característico.

La calidad del producto puede verse afectada por la presencia de cristales que le imparten un gusto arenoso, así como por la formación de grumos en la masa, que

no permiten el flujo dentro del envase para que el consumidor pueda sacarla y usarla en diversas formas.

Otro problema común es la aparición de hongos sobre la superficie del producto, lo que lo hace totalmente inaceptable en el mercado.

La existencia de gránulos en la cajeta es un defecto que se presenta generalmente por tres causas:

I.- Precipitación de las proteínas. La acidez de la leche es un factor muy importante para lograr buenos resultados en la elaboración de la cajeta y evitar la formación de cristales en el producto terminado. Sólo debe usarse leche fresca y de baja acidez, puesto que durante la concentración por evaporación se incrementa paulatinamente el porcentaje de ácido láctico presente en la leche, al extremo de que se sobrepasa el punto isoeléctrico de la caseína, con lo cual se origina la formación de una serie de gránulos o grumos no cristalinos que afectan de manera desfavorable la textura del producto. El ácido láctico no es volátil y por lo tanto no se elimina durante el calentamiento.

El pH final de la cajeta debe ser de 4.6 a 4.8.

Este defecto puede corregirse neutralizando la acidez excesiva; para tal fin se puede utilizar bicarbonato de sodio.

2.- Precipitación de la lactosa.- Este defecto se identifica por la textura arenosa que tiene el producto cuando se precipita la lactosa, durante la elaboración de la cajeta; puede diferenciarse del defecto causado por la coagulación de las proteínas, porque éstas producen grumos más o menos elásticos, blandos y gomosos, en tanto que la lactosa forman cristales duros y casi insípidos o con ligero sabor dulce.

Para eliminar este problema hay dos alternativas:

- a) Una vez que la cajeta ha sido cocinada, se debe enfriar rápidamente hasta alcanzar una temperatura de 40-45°C, evitando que los cristales de lactosa puedan alcancen a orientarse y a crecer.
- b) Favoreciendo la formación de microcristales, imperceptibles a los órganos gustativos. Esto se hace cuando se mantiene la temperatura de la cajeta entre 40 y 45°C y adicionando pequeñas cantidades: de 2 a 4% de cristales molidos de lactosa, que actúan como núcleos de cristalización.

3.- Precipitación de la sacarosa.- Cuando la fórmula contiene un exceso de sacarosa, o sea, cuando no está bien balanceada, suele presentarse la separación de los cristales formados por este excedente de azúcar, sobre todo cuando no se ha tomado la precaución de hacer una buena disolución de la misma a lo largo de todo el proceso de elaboración.

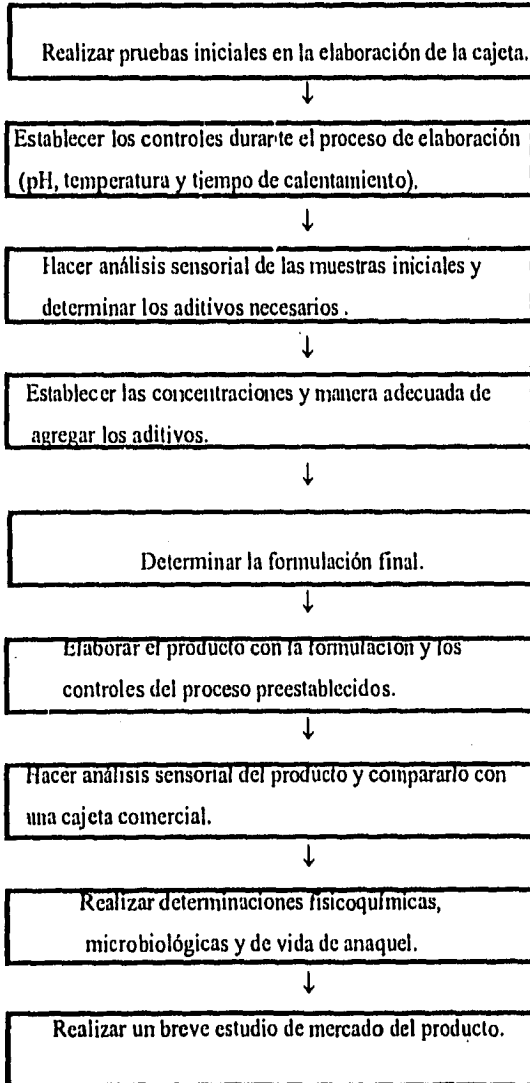
Las materias primas deben ser controladas en su calidad y almacenadas bajo condiciones apropiadas, en sitios ventilados y secos.

La cajeta se fabrica generalmente en pailas abiertas de cobre estañado o acero inoxidable y se procede a evaporar la leche acompañada de los azúcares, en forma continua hasta alcanzar como mínimo una concentración del 65% de sólidos totales medidos, al refractómetro. Este sistema tiene el inconveniente de que las pailas deben contener la totalidad de la leche a evaporar y por lo tanto son muy grandes, con la desventaja adicional que cuando se finaliza la operación, el producto ocupa sólo una pequeña parte del recipiente y corre el peligro de quemarse.

Otro procedimiento más racional consiste en poner en la paila una parte de la leche y la totalidad del azúcar y glucosa , e iniciar la evaporación. A medida que vaya descendiendo el nivel se adicionan nuevas cantidades de leche hasta llegar al punto final.

Este método arroja un producto de mejor color y se evita el peligro de granulación (11).

PARTE EXPERIMENTAL



Como materia prima para la elaboración de la leche de soya se utilizó frijol de soya, el cual se compró en la Central de Abasto del D.F.

La leche de soya se elaboró siguiendo el método "D", descrito por la Asociación Americana de Soya (2), Este método es el más utilizado actualmente en la industria al ser el que arroja mejores resultados en cuanto a su reducido sabor a frijol bajo contenido de oligosacáridos y color cremoso.

Dicho método consta de los siguientes pasos:

Remojar los frijoles de soya por 24 horas en una solución de bicarbonato de sodio al 0.5%



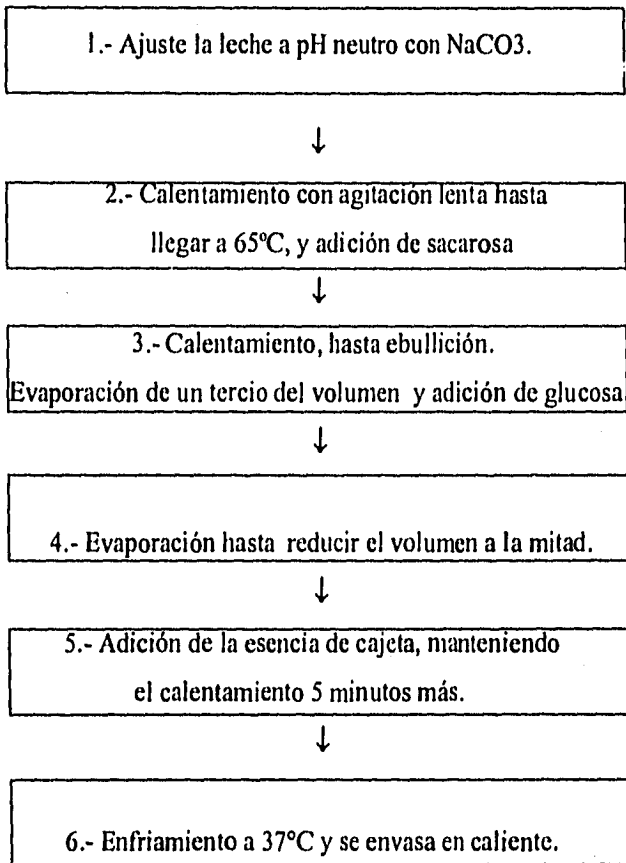
Se tira el agua de la solución, se lava el frijol, se agrega la cantidad adecuada de agua para hacer la leche, se muele y por último se filtra.

MATERIAL UTILIZADO

- Una olla de aluminio
- Mechero, tripie y tela de asbesto
- Una coladera y manta de cielo.
- Una licuadora

PRUEBAS INICIALES EN LA ELABORACIÓN DE LA CAJETA

Se elaboró un producto inicial empleando la metodología tradicional para cajeta de leche de vaca:



(19).

MATERIAL UTILIZADO

- Una olla de aluminio
- Mechero, tripie y tela de asbesto.
- Una pala de madera
- Pipeta de 5 mililitros.
- Papel pH

DETERMINACIÓN DE LOS CONTROLES DE pH, TEMPERATURA Y TIEMPO DE CALENTAMIENTO DURANTE EL PROCESO.

Se determinó si era necesario ajustar el pH de la leche de soya, esto no fue necesario debido a que esta leche presentó un pH neutro.

Se estableció como calentamiento inicial la temperatura de 65°C, porque fue la que dió mejores resultados.

Se probaron diferentes condiciones en las cuatro etapas, como se muestra en el siguiente cuadro:

Etapa	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4
Calentamiento inicial (hasta adición de sacarosa).	65°C / 10 minutos.	65°C / 15 minutos.	65°C / 20 minutos.	65°C / 25 minutos.
Calentamiento previo al inicio de la ebullición.	65°C / 10 minutos.	65°C / 15 minutos.	65°C / 20 minutos.	65°C / 25 minutos.
Calentamiento a ebullición hasta la reducción de la mitad del volumen.	Ebullición / 80 minutos.	Ebullición / 70 minutos.	Ebullición / 60 minutos.	Ebullición por 60 minutos.
Calentamiento final	Ebullición / 30 minutos, con agitación ocasional.	Ebullición / 30 min, con agitación constante.	Ebullición / 30 minutos con agitación ocasional.	Ebullición / 30 minutos con agitación constante.

De estas 4 variantes para el proceso se eligió la combinación del experimento 3 ya que fue el que arrojó mejores resultados.

ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS PRODUCTOS INICIALES.

De las muestras iniciales se realizó un análisis sensorial, con la ayuda de 10 jueces que compararon las características de sabor, color, olor y textura del producto con una cajeta comercial.

DETERMINACIÓN DE LOS ADITIVOS NECESARIOS.

A partir del análisis sensorial se hizo evidente que la cajeta no tenía las características de textura y opacidad adecuadas . Se eligieron los aditivos que ayudaran al producto a obtener las características deseadas(13).

Los aditivos seleccionados son:

- _ Carboximetilcelulosa, para dar la consistencia adecuada.
- Bióxido de titanio, para dar la opacidad adecuada.
- Esencia sabor cajeta, para darle un sabor similar al de la cajeta.

DETERMINACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES ADECUADAS DE LOS ADITIVOS Y LA MANERA EN QUE SE DEBEN ADICIONAR.

Para dichos aditivos se buscó información bibliográfica acerca de las concentraciones permitidas en la cajeta (22).

Se consultó el reglamento publicado en el Diario oficial el 18 de enero de 1988, llamado "Aditivos para Alimentos". (8).

Se realizaron pruebas de solubilidad en agua y también pruebas de dispersión de los aditivos, para determinar la forma adecuada de adicionarlos durante el proceso. Se determinó la concentración adecuada de los aditivos, dentro de los límites permitidos por la Secretaría de Salud.

También se determinó en que etapa del proceso se debían agregar los aditivos. Esto se hizo realizando pruebas adicionando los aditivos en las distintas etapas del proceso hasta obtener la etapa adecuada en la cual se debe adicionar el aditivo, como se muestra en el siguiente cuadro:

Etapa	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4
Calentamiento inicial (hasta la adición de sacarosa).				
Calentamiento previo al inicio de la ebullición.	Adición de la CMC dispersa en la glucosa.	Adición del bióxido de titanio previamente disuelto en agua.	Adición de la CMC dispersa en la glucosa y del bióxido de titanio disuelto en agua.	
Calentamiento a ebullición hasta la reducción de la mitad del volumen.	Adición del bióxido de titanio previamente disuelto en agua.	Adición de la CMC.		Adición de la CMC y del bióxido de titanio previamente disuelto en agua.
Calentamiento final.	Adición de la esencia.	Adición de la esencia.	Adición de la esencia.	Adición de la esencia.

Se encontró que los mejores resultados se obtuvieron en el experimento # 1.

ESTABLECIMIENTO DE LA FORMULACIÓN.

Los resultados de todos estos experimentos se integran en la formulación final y de proceso.

ELABORACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

Con la formulación y el proceso establecidos se elaboraron muestras de cajeta, obteniendo aparentemente un producto satisfactorio, que se sometió a una evaluación sensorial. De sabor, color, olor y consistencia. Comparándola con una cajeta comercial.

El análisis fue realizado por un panel de 10 jueces semientrenados.

DETERMINACIONES FISICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO FINAL.

También se determinaron las características fisicoquímicas del producto: proteína, azúcares reductores totales y directos, humedad y cenizas, siguiendo los métodos establecidos por la AOAC (18).

Los resultados obtenidos de estas determinaciones se compararon con los límites establecidos por la NOM de cajeta (22) , y se concluyó si estaban o no dentro de estos límites.

DETERMINACIONES MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO FINAL

Se realizó un análisis microbiológico: mesófilos aerobios, coliformes y hongos, siguiendo las técnicas establecidas por la Secretaría de Salubridad y Asistencia (23).

MATERIAL UTILIZADO

- 3 matraces erlenmeyer de 250ml.
- 2 tubos de ensayo
- 14 cajas Petri estériles
- 3 pipetas de 5ml estériles
- Un vaso de precipitados de 250 ml

MEDIOS DE CULTIVO

- - Peptona
- Agar cuenta estándar
- Agar bilis rojo violeta
- Agar papa dextrosa

DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL PRODUCTO Y BREVE ESTUDIO DE MERCADO.

Se determinó el rendimiento del producto obtenido y finalmente se realizó un breve estudio de mercado, que incluyó:

- Investigación de mercado.
- Costos del producto terminado.

(4)

ESTUDIO DE VIDA DE ANAQUEL DEL PRODUCTO FINAL.

El producto elaborado se mantuvo en anaquel durante 10 semanas, durante las cuales se verificaron las características de sabor, color, olor y textura, para determinar si habían sufrido cambios.

ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL

Por último se realizó un análisis sensorial del producto final, que incluyó:

- Prueba de nivel de agrado. Se realizó con la ayuda de 100 jueces consumidores.
- Prueba de preferencia. Se realizó con 100 jueces consumidores, utilizando como comparación una cajeta comercial.
- Prueba de aceptación. Se realizó con 100 jueces.

Los formatos de estas tres pruebas realizadas se muestran en el anexo.

RESULTADOS**FORMULACIÓN (POR LITRO DE LECHE DE SOYA):**

<i>Materia prima</i>	<i>% en peso</i>
Sacarosa	40
Glucosa	37.5
Carboximetilcelulosa	0.18
Bióxido de titanio	0.08
Esencia sabor cajeta	0.25

Aproximadamente se obtienen 400g de producto por litro de leche de soya

DIAGRAMA DE ELABORACIÓN

(por litro de leche de soya)

PASO 1.- Se calienta la leche de soya hasta 65°C y se adicionan 160g de sacarosa. Se continua calentando hasta ebullición con agitación ocasional por un tiempo aproximado de 20min.



PASO 2.- Se adicionan 0.75g de CMC dispersos en 150g de glucosa. Se continua el calentamiento 20min.



PASO 3.- Se agregan 10g de sacarosa previamente fundida (en forma líquida de color caramelo) se mezcla la solución y se continua el calentamiento por 10min.



PASO 4.- Posteriormente se agregan 0.35g de bióxido de titanio previamente disuelto en agua. Se mezcla la solución y se continua el calentamiento por 10min.



PASO 5.- Esta solución se filtra a través de manta de cielo y se continúa con el calentamiento hasta la evaporación de aproximadamente la mitad del volumen inicial (aproximadamente 1hora).



PASO 6.- Se continua evaporando la solución hasta obtener la consistencia de hilo (aproximadamente por 25 minutos). En este momento se adicionan los 3ml de esencia sabor cajeta.



PASO 7.- Se continúa el calentamiento por 5min. y se da por terminado el proceso. Se deja enfriar ligeramente la cajeta a unos 37°C y se envasa en caliente

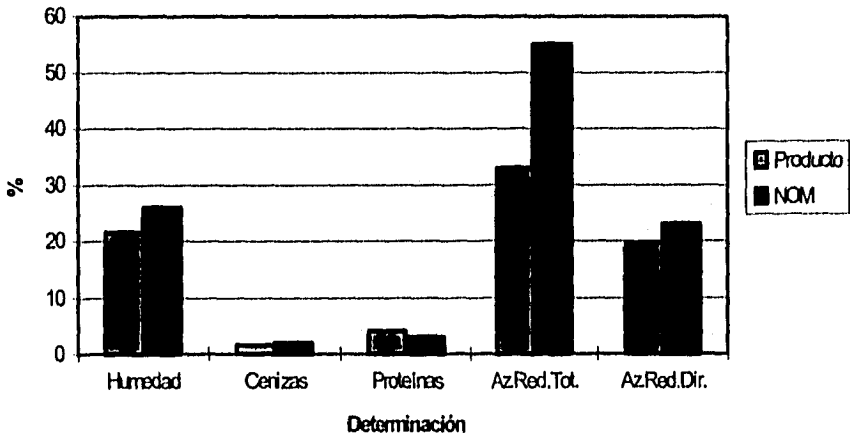
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL PRODUCTO

<i>CARACTERÍSTICA</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
COLOR	Característico de la cajeta , es decir, color caramelo. El color de este producto resultó poco menos intenso que la cajeta quemada y más intenso que el color de la cajeta de vainilla comercial.
OLOR	Característico de la cajeta, aunque ligeramente más intenso que el olor de la cajeta comercial.
SABOR	Ligeramente más dulce que la cajeta comercial, sabor a caramelo, agradable pero distinto al sabor de la cajeta comercial.
CONSISTENCIA	Pastosa, característica de la cajeta. Similar a la cajeta comercial.

DETERMINACIONES FISICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO COMPARADAS CON LA NOM PARA CAJETA

<i>DETERMINACIÓN</i>	<i>PRODUCTO(%)</i>	<i>NOM(%)</i>
Humedad	21.66	18.0 - 26.0
Cenizas	1.64	1.0 - 2.0
Proteína cruda	4.02	>3.0
Azúcares reductores totales	33.06	<55.0
Azúcares reductores directos	19.65	<23.0

DETERMINACIONES FISICOQUÍMICAS



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

<i>Especificación</i>	<i>UFC Producto</i>	<i>UFC NOM</i>
Coliformes	Negativo	Negativo
Hongos	Negativo	50 máximo
Bacterias mesófilas	7.0	40 máximo

EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL

La evaluación de las características sensoriales del producto final, sabor, color, consistencia y olor, se llevó a cabo en 2 etapas, la primera se hizo con la ayuda de 10 jueces semientrenados.

Para las segunda etapa de evaluaciones sensoriales se contó con la ayuda de 100 jueces elegidos al azar entre las personas que tenían hábito de comer cajeta, esto dentro de la Facultad de Química de la UNAM.

Además de realizar la evaluación sensorial del producto elaborado, se evaluó una cajeta comercial, con la finalidad de hacer una comparación de los resultados.

La cajeta comercial utilizada fue cajeta "Yopi" de Bimbo, ya que es la que tiene características más similares a nuestro producto.

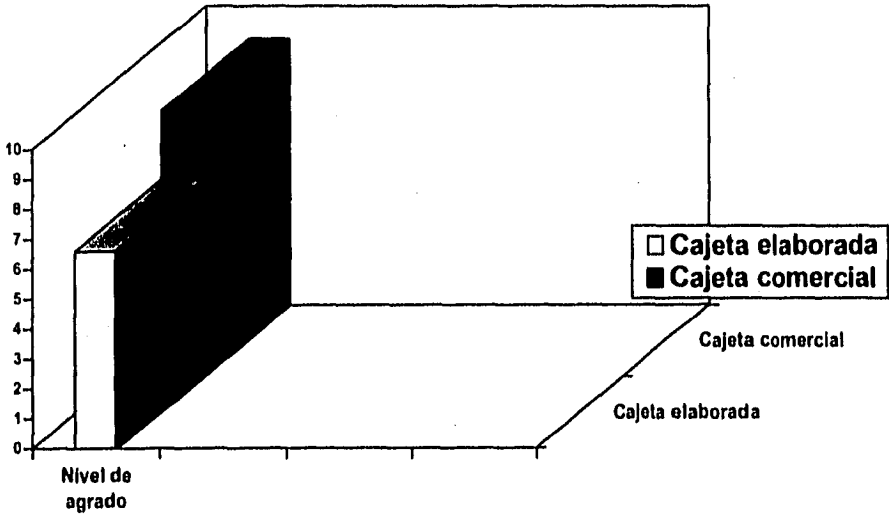
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL PRODUCTO FINAL COMPARADAS CON LAS DE UNA CAJETA COMERCIAL

Característica sensorial	Cajeta comercial	Cajeta elaborada
Color	Característico de la cajeta sabor vainilla	Color caramelo ligeramente menos intenso
Olor	Característico de cajeta sabor vainilla	Poco más intenso, pero agradable
Sabor	Característico de cajeta	Sabor a caramelo, distinto a la cajeta comercial, pero agradable
Consistencia	Pastosa, característica de la cajeta	Pastosa, ligeramente menos viscosa

NIVEL DE AGRADO.-

	Cajeta elaborada	Cajeta comercial
Nivel de agrado promedio	6.6	8.9

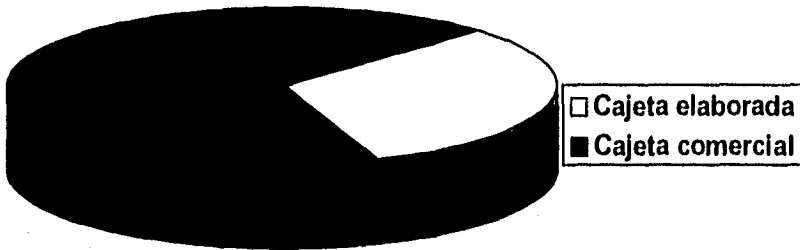
GRÁFICA DE NIVEL DE AGRADO



PRUEBA DE PREFERENCIA

Muestra	% de Preferencia
Cajeta elaborada	32
Cajeta comercial	68

GRÁFICO DE % DE PREFERENCIA

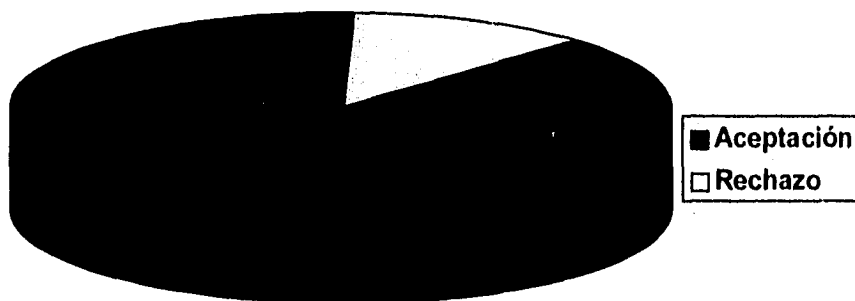


PRUEBA DE ACEPTACIÓN

Esta prueba sólo se realizó al producto elaborado.

Respuesta	%
Aceptación	88
Rechazo	12

GRÁFICO DE % DE ACEPTACIÓN



PRUEBA DE VIDA DE ANAQUEL

<i>Semana Número</i>	<i>Características sensoriales</i>
Cero	Color y olor característico a cajeta, textura pastosa, consistencia de cajeta y sabor a caramelo.
Uno	Conserva características
Dos	Conserva características
Tres	Conserva características
Cuatro	Conserva características
Cinco	Ligeramente más viscosa
Seis	Ligeramente más viscosa
Siete	Ligeramente más viscosa
Ocho	Ligeramente más viscosa
Nueve	Textura más seca
Diez	Textura más seca

ESTUDIO DE MERCADO

En el mercado no se encuentra un producto similar al elaborado. Sólo se encuentran cajetas de leche de vaca y de leche de cabra, cuyos precios varían desde \$11.00 hasta \$15.00 por 500g de cajeta.

COSTOS DE MATERIA PRIMA

MATERIAS PRIMAS	COSTO (\$ / kg.)
Glucosa	6.90
Sacarosa	3.50
Carboximetilcelulosa	192.82
Bióxido de titanio	120
Frijol de soya	8.00
Esencia sabor cajeta	10.00 (L)
MATERIAL DE EMPAQUE	COSTO (\$ / pieza)
Envase (incluye etiqueta)	1.50

Estos precios fueron constatados hasta el 3 de octubre de 1996 en el área metropolitana del D.F.

**CONTRIBUCIÓN DE LA MATERIA PRIMA AL COSTO DEL PRODUCTO
TERMINADO**

MATERIAS PRIMAS	CAJETA ELABORADA (\$)	CAJETA DE LECHE DE VACA (\$)
Glucosa	2.59	2.59
Sacarosa	1.40	1.40
Carboximetilcelulosa	0.35	
Bióxido de titanio	0.096	
Frijol de soya	1.0	
Esencia	0.025	0.025
Envase	1.5	1.5
Leche de vaca (1L)		3.50

COSTOS DEL PRODUCTO TERMINADO

Producto	Costos de elaboración / frasco de 500g
Cajeta comercial	\$8.99
Cajeta a base de leche de soya	\$6.96

Ambos productos se elaboraron en laboratorio, y en base a esto se realizó la determinación de los costos.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La formulación obtenida para la elaboración de cajeta a base de leche de soya, incluye, además de los ingredientes tradicionales de una cajeta comercial (glucosa y sacarosa), otros aditivos permitidos por la Norma Oficial Mexicana para cajeta, como lo son la carboximetilcelulosa y el bióxido de titanio, en concentraciones también permitidas en alimentos de este tipo. Estos aditivos se agregan con la finalidad de aportarle características sensoriales específicas al producto, la carboximetilcelulosa para conferirle una consistencia pastosa característica de la cajeta, y el bióxido de titanio para conferirle la opacidad adecuada. También se incluye en la formulación, en lugar de la esencia de vainilla, esencia sabor a cajeta con la finalidad de que el producto tenga el sabor característico de una cajeta comercial.

El proceso establecido para la elaboración de nuestro producto varía en relación con la metodología utilizada para la cajeta de leche de vaca. En el caso de nuestro proceso, no se agrega NaHCO_3 , ya que la leche de soya presenta un pH neutro.

Los tiempos de calentamiento son mayores con respecto a los utilizados en la elaboración de la cajeta de leche de vaca, esto se debe a que la adición de los aditivos, principalmente la carboximetilcelulosa, provoca una elevación en la temperatura de ebullición de la solución.

Durante el proceso establecido se agregan, además de la cantidad recomendada de sacarosa, otra porción previamente fundida, con la finalidad de conferirle el color a caramelo al producto.

La carboximetilcelulosa se agrega dispersa en la glucosa, debido a que es la mejor forma de adicionarla ya que si se agrega disuelta en agua el producto final puede tener grumos.

El bióxido de titanio se agrega disuelto en agua, para asegurar su incorporación homogénea. Como este aditivo no es completamente soluble en agua, se incluye en el proceso una filtración de la solución azucarada.

Las características sensoriales obtenidas de nuestro producto resultaron similares a las presentadas por una cajeta comercial, a excepción del sabor, el cual resultó distinto pero agradable.

Los resultados de la prueba de nivel de agrado nos indica que agrada en mayor proporción la cajeta comercial en comparación con la cajeta elaborada, aunque esto se justifica ya que la prueba se realizó con personas comunes, es decir, aunque este producto va enfocado al público en general, el nivel de agrado obtenido sería mayor en un sector de personas que tienen el hábito de consumir los productos **DE FERIAS**

Los resultados de la prueba de preferencia nos indica que la mayoría de la gente que participó en la evaluación prefiere la cajeta comercial, esto se debe a que ya está acostumbrada al sabor clásico de la cajeta. Por lo que sería cuestión de que la gente se fuera acostumbrando al sabor de la cajeta a base de leche de soya, ya que esta presenta un sabor distinto pero agradable.

Los resultados de la prueba de aceptación nos indica que este producto sería aceptado por la mayoría del público en general: 88%.

Los resultados obtenidos en las determinaciones fisicoquímicas entraron dentro de los límites establecidos por la NOM de cajeta, resalta la cantidad de proteína encontrada en el producto que es ligeramente mayor que el establecido por la norma.

Los resultados de las determinaciones microbiológicas nos indican que nuestro producto cumple con las especificaciones microbiológicas que establece la NOM.

La prueba de vida de anaquel realizada a nuestro producto nos muestra que durante las primeras cuatro semanas el producto conservó intactas sus características sensoriales, posteriormente se tornó ligeramente más viscosa que al inicio, pero esto les sucede de igual manera a las cajetas comerciales. Sin embargo, después de las ocho semanas observamos que la cajeta de soya se reseca, lo cual no le sucedía a la cajeta comercial. Por lo que posterior a este trabajo se tendría que realizar un estudio más profundo para determinar la vida de anaquel y los factores que limitan esta, incluyendo posiblemente otros aditivos.

El estudio de mercado realizado nos indica que no existe algún producto similar al elaborado, por lo cual, en dado caso se tendría que competir con las cajetas comerciales de leche de vaca y de leche de cabra.

Por otro lado, la cajeta a base de leche de soya tiene un costo de elaboración menor que el de la cajeta elaborada con leche de vaca. Aunque esta estimación se llevó a cabo sólo a nivel laboratorio.

CONCLUSIONES

Con la realización de este trabajo se han determinado los principales parámetros en la elaboración de cajeta a base de leche de soya (pH, temperatura y tiempo de calentamiento). Además de establecer una formulación, la cual incluye la adición de dos aditivos necesarios para proporcionarle las características deseadas a nuestro producto, como son la carboximetilcelulosa y el bióxido de titanio.

También se establecieron los controles necesarios durante la elaboración de la cajeta, como son los pasos durante el proceso en los cuales se deben adicionar los diferentes ingredientes y la manera adecuada de realizarse.

El análisis sensorial realizado nos indica que, aunque su nivel de agrado y de preferencia están por debajo de los de la cajeta comercial, tendría aceptación por parte del consumidor. Aunque esto se tendría que comprobar realizando una prueba sensorial más completa del nivel de aceptación por parte del consumidor.

Tanto los parámetros fisicoquímicos como los microbiológicos cumplen con las especificaciones establecidas por la NOM para cajeta de leche de vaca.

La vida de anaquel del producto es más corta que la de una cajeta comercial, aunque se mantiene adecuada para su consumo por un espacio mínimo de 6 semanas. En este aspecto se debe seguir trabajando para determinar de manera más precisa los cambios durante la vida de anaquel de este producto y los factores que afectan su deterioro para buscar alternativas que alarguen la vida del producto.

Del estudio de mercado podemos concluir que es factible la introducción de este producto, ya que no existe alguno similar en el mercado y actualmente hay un amplio sector en el mercado de consumidores que aprecian los productos de origen vegetal y de soya, específicamente. Además, dado su bajo costo de elaboración se podría competir en el mercado con las cajetas comerciales de leche de vaca y de leche de cabra.

Podemos concluir que la cajeta a base de leche de soya presenta características similares a la cajeta comercial, que su costo de elaboración es menor al de la cajeta comercial, además de ser un producto dirigido al público en general también se enfoca a personas intolerantes a la lactosa, así como aquellos consumidores que prefieren los productos de origen vegetal y/o además trata de un producto sin colesterol, llegamos a la conclusión general de que la cajeta a base de leche de soya es una buena alternativa para la introducción de un nuevo producto en el mercado.

ANEXO

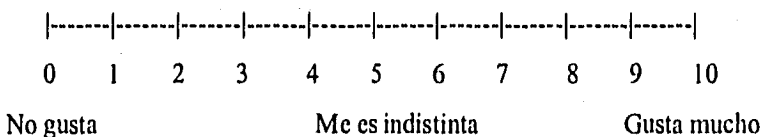
Formato del cuestionario aplicado para la prueba de nivel de agrado para la evaluación sensorial del producto elaborado.

¡HOLA! El siguiente cuestionario tiene por objeto la evaluación sensorial de dos muestras de cajeta.

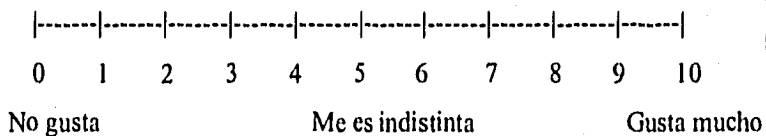
Instrucciones:

Indique con una X la calificación que le daría a cada una de las muestras de acuerdo a la escala que se presenta. Gracias.

Muestra 821



Muestra 523



COMENTARIOS _____

Formato del cuestionario aplicado para la prueba de preferencia para la evaluación sensorial del producto elaborado.

¡HOLA! El siguiente cuestionario tiene por objeto la evaluación sensorial de dos muestras de cajeta.

Instrucciones :

Pruebe las muestras e indique con una X cual es la muestra de su preferencia. Gracias.

	Muestra 821	Muestra 523
Preferencia	_____	_____

COMENTARIOS _____

Formato del cuestionario aplicado para la prueba de aceptación para la evaluación sensorial del producto elaborado.

¡HOLA! El siguiente cuestionario tiene por objeto la evaluación sensorial de una muestra de cajeta.

Instrucciones:

Indique con una X su aceptación o rechazo al probar la muestra de cajeta.
Gracias.

Muestra 821 Acepta : _____

SI

NO

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Asociación Americana de Soya. Soya en Productos Lácteos. Manual.
México, Septiembre 1995.
pp. 1-9,17

- 2.- Asociación Americana de Soya.
Usos de la Proteína de Soya en los Productos Lácteos.
México, Septiembre 1994.
pp. 1-2, 9, 15-20

- 3.- Audry H. Ensminger. Foods and Nutrition Encyclopedia.
2a. Ed., vol.2. De. CRC Press, USA 1994.
pp.2028-29.

- 4.- Bartholani, Alfred. Fábricas de Alimentos. Procesos, Equipamento, Costos.
Ed. Acribia, Zaragoza España 1991.
pp.161.

- 5.- Bolaños Guerra, Julio R.
Leche de soya secada por aspersión. Tecnología básica.
Tesis. UNAM, México 1987.
pp.10.

- 6.- Considine, Douglas M. Foods and Food Production Encyclopaedia.
Van Nostrand Reinhold Company, New York 1982.
pp.1878-79.

- 7.- De Soroa y Pineda, José Ma. La soja. Aprovechamientos.Industrias.
Ed.Dossat,S:A. Madrid 1958.
pp.56.

- 8.-Diario Oficial. Aditivos para Alimentos.
Lunes 18 de enero de 1988, Título Noveno "Aditivos para Alimentos", Capítulo
único, Art. 657-701

- 9.- Endre F. Sipos. Usos Comestibles de la Proteína de Soya.
Asociación Americana de Soya, México 1994.
pp. 1-10

- 10.- Erdman, John W. Y Fordyce, Elizabeth J.
Los Productos de Soya y la Dieta Humana.
Asociación Americana de Soya. México, 1989.
pp. 9-12

11.- Lácteos y Cárnicos Mexicanos.

Dulce Típico Mexicano: la cajeta, algunos consejos para su producción y mejoramiento..

Vol.9, No2, Abril-Mayo 1994.

pp. 11-14

12.- Lapedes, Daniel N. Food, Agriculture and Nutrition.

McGraw Hill Book company. 4a.ed., Philippines 1972.

pp.620-21.

13.- Lewis, Richard J. Foods Additives Handbook.

Ed. Van Nostrand Reinhold, New York 1989.

pp.428,760.

14.- Macrae and others. Encyclopaedia of Food Science Food Technology and Nutrition.

Vol.8, Ed. Academic Press., San Diego USA 1993.

pp.4229,4240-41.

15.- Mark J. Messina. Propiedades Nutritivas de la Soya y su Papel Potencial en la Prevención de Enfermedades.

Industria Alimentaria, Sep/Oct, México 1992.

pp. 13-16

- 16.- Markley, Klare S. Soybean products.
Vol.1, Interscience Publishers, USA 1950.
pp.3,105-109
- 17.- Matthews, Ruth H. Legumes. Chemistry, Technology, and Human Nutrition.
Ed. Marcel Dekker, New York 1989.
pp.224-225
- 18.- Official Methods of Analysis .AOAC.
Edited by Kenneth Helrich, 15a. edition, USA 1990.
pp.777,788,1016,1017.
- 19.- Rivera, Guadalupe. Nuevo cocinero mexicano en forma de diccionario.
Ed. Miguel Angel Porrua, México 1992.
pp.47-52
- 20.- Sánchez, A. Cultivos oleaginosos.
Ed. Trillas, México 1985.
pp.11-22.
- 21.- Santos, Walter. Nutrition and Food Science. Present Knowledge and
Utilitation.
Vol.3, Ed. Plenum Press New York and London, New York 1980.
pp.466,381-83.

ESTA TESIS NO DEBE
SER DE LA BIBLIOTECA

- 22.- SECOFI. NOM-480-1985. Alimentos regionales- Cajeta de leche.
México D.F. 31 de julio de 1985.
- 23.-Secretaría de Salubridad y Asistencia.
Dirección General de Investigación en Salud Pública
Técnicas para el Muestreo y Análisis Microbiológicos
México D.F. 1975, Cap. IV, V, VII y IX.
- 24.- Steve Chen. Producción de Leche de Soya.
Asociación Americana de Soya. México 1991.
pp. 1-8, 21-25
- 25.- Ulrich Kermtke. Soya: No sólo para excéntricos.
Asociación Americana de Soya. México 1995.
pp. 1-2
- 26.- Wimont B. Wijeratne. Programa Internacional de Soya.
Asociación Americana de Soya. México D.F. 1995.
pp. 20-21

27.- Smitch, Allank. Soybeans: Chemistry and Technology.

Vol.1, Ed.AVI, 2a.cd.,USA 1978.

pp.1-25.

28.- Y. H. Hui. Encyclopedia of Food Science and Technology.

Vol.4, Ed.John Wiley and Sons, New York 1992.

pp.2395.