

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Evaluación del Crecimiento Microbiano en un Producto
Tipo Yogurt Elaborado a Base de Soya

POR

GUADALUPE HERNANDEZ ESPINO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Febrero de 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Evaluación del Crecimiento Microbiano en un Producto
Tipo Yogurt Elaborado a Base de Soya

Por
GUADALUPE HERNÁNDEZ ESPINO

TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como
Requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Aprobada por:

Q.F.B. Oscar Noé Reboloso Padilla
Presidente de Jurado

LIC. Laura Olivia Fuentes Lara
Sinodal

Q.F.B. Carmen Pérez Martínez
Sinodal

Dr. Ramón F. García Castillo
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Febrero de 2007

DEDICATORIA

A Dios

Por permitirme poder estar con las personas que amo, por infundarme las fuerzas suficientes para culminar cada una de mis metas y no permitir que desista en los momentos difíciles que se van presentando en la vida.

A mis Padres

Sr. Pedro Hernández Rubio

Para ti papá donde quiera que te encuentres, quiero que sepas que siempre serás para mi un ejemplo de superación a seguir y me siento muy orgulloso de ser tu hija.

Sra. Verónica Espino García

A ti mamá que te debo todo lo que soy, gracias por tu apoyo incondicional y por estar siempre cerca de mi, para darme otra oportunidad, con la misma confianza en mi, como siempre.

A Mario, con Amor

Que con tu cariño y apoyo incondicional logre superar muchas cosas, mil gracias por haberme permitido compartir contigo momentos inolvidables, Y seguir siendo parte de mi vida

A mis hermanos

Por su cariño, amistad y confianza y que a pesar de la distancia que estuvo de por medio nunca me olvidaron. ¡Los quiero mucho!

A mis amigos

Que estuvieron conmigo en momentos difíciles, apoyándome, e impulsándome a continuar.

AGRADECIMIENTOS

A mi ALMA TERRA MATER, por brindarme esta oportunidad y permitir lograr una meta más en mi vida

Al Q.F.B. Oscar Noé Reboloso Padilla, por haber participado y dirigido atinadamente el presente trabajo

A todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron para la realización de la presente tesis.

INDICE GENERAL

Dedicatoria.....	I
Agradecimientos.....	II
Indice de cuadros.....	V
Indice de figuras.....	V
I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación.....	2
1.2 Objetivo General.....	2
1.3Objetivos Específicos.....	2
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Yogurt.....	3
2.1.1 Antecedentes.....	3
2.1.2 Definición.....	4
2.1.3 Clasificación.....	4
2.1.4 Desarrollo de la fermentación.....	4
2.1.5 Detención de la fermentación.....	6
2.1.6 Operación de mezclado en yogurt batido	6
2.7 Producción.....	6
2.2 Soya.....	7
2.2.1 Antecedentes.....	7
2.2.2 Composición de la soya.....	8
2.2.3 Propiedades nutritivas.....	10
2.2.4 Beneficios en la salud.....	12
2.2.5 Recomendaciones de empleo	15
2.2.6 Factores antifisiológicos.....	17
2.2.7 Sabor.....	19
2.2.8 Factores de flatulencia.....	19
2.2.9 Producción mundial.....	20
2.2.10 Productos fermentados a base de soya.....	21

2.3 Leche de soya.....	21
2.3.1 Antecedentes	21
2.3.2 Estándares existentes en diferentes países.....	23
2.3.3 Definición.....	24
2.3.4 Clasificación.....	24
2.3.5 Composición.....	25
2.4 Fermentación láctica.....	26
2.4.1 División de la fermentación.....	26
2.4.1.1 Homofermentación.....	26
2.4.1.2 Heterofermentación.....	29
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
Elaboración del yogurt.....	31
Determinación de Humedad	31
Obtención de la leche de soya.....	31
Medio de cultivo.....	33
Agar Plate Count.....	33
Composición típica (g/litro).....	33
Preparación del medio de cultivo.....	33
Peptona de carne.....	33
Composición.....	33
Preparación de el agua peptonada.....	33
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	39
Agua peptonada con concentración al 1 %.....	34
Agua peptonada concentración 0.5 %.....	35
Crecimiento total.....	41
Crecimiento diferencial.....	41
Comparación con el yogurt natural.....	42
V CONCLUSIONES.....	43
VI BIBLIOGRAFÍA.....	44

Índice de cuadros	
Cuadro 1: Composición química del frijol.....	8
Cuadro 2 Composición de aminoácidos esenciales de ingredientes selectos de soya (mg/100g proteínas).....	9
Cuadro 3: Perfil de ácidos grasos del aceite de soya.....	9
Cuadro 4: Composición del grano de soya y sus productos derivados.....	10
Cuadro 5 Contenido en nutrientes de la leguminos a(por cada 100 g).....	11
Cuadro 6: Productores de soya (millones de tn/año).....	21
Cuadro 7: Estándares de leche de soya para varios países Requerimientos mínimos.....	23
Cuadro 8: Productos de soya Porcentaje del componente.....	25
Cuadro 9: Composición química por 1 vaso de 250 ml de leche.....	26
Índice de figuras	
Fig. 1 Vías de la fermentación	
A) Vía homofermentativa o de Embden-Meyerhoff.....	29
B) Vía heterofermentativa o de la fosfocetolasa.....	32
Fig. 2 Diagrama para la obtención de la leche de soya.....	32

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de frijol de soya se centra fundamentalmente en el noroeste de China. Según la tradición fueron los monjes budistas quienes la introdujeron en Japón en el siglo VII de nuestra era, donde muy pronto se convirtió en un cultivo popular. El comercio marino la popularizó en el Oriente llevándola como un precioso cargamento entre sus mercancías en sus viajes.

La primera referencia Europea que se tiene de la soya se remonta al siglo VII. Son entonces los misioneros los que introducen las primeras habas de soya para su cultivo, sin gran éxito al parecer. También los marinos holandeses y portugueses la traen como novedad. A principios del siglo XIX se empezó a cultivar en Estados Unidos. Sin embargo, en Europa y en Norteamérica, la soya no se empleó en la alimentación humana hasta entrado el siglo XX. La primera cosecha comercial de soya se plantó en 1929 para suministrar semillas para hacer salsa de soya. Desde esos inicios tempranos e insignificantes, la importancia de la soya ha sido bastante espectacular.

En la actualidad la soya es una fuente esencial y dominante de proteínas y de aceites con una multitud de usos tanto en alimentos para personas como en piensos animales. También existen numerosas aplicaciones industriales para los diferentes componentes de esta importante y versátil semilla. Actualmente se cultiva en gran cantidad en toda Asia, EE. UU y Oeste de África. En EE. UU se produce la mitad de toda la producción mundial, pero a pesar de ello, el consumo de soya es todavía muy bajo en los países del Occidente. En las últimas décadas los investigadores están descubriendo cada vez mayor número de propiedades curativas de este alimento. Esto ha hecho que ahora sea más apreciada por la población Occidental, aunque con tres mil años de retraso respecto a la población Oriental.

La soya es una leguminosa anual que está presente en la cadena alimenticia desde hace más de 5.000 años. Por muchos años ha sido un producto básico de la dieta asiática. Recién en el año de 1800 se introdujo la soya en los Estados Unidos. En la actualidad, este mismo producto ha sido modernizado tecnológicamente de diversas formas para atraer a los consumidores interesados en la salud.

Los productos de proteína de soya tienen una gran variedad de usos en los sistemas de alimentos: en sistemas carnicos las proteínas de soya son utilizadas para aumentar el contenido de proteínas, ligar agua y grasa; estabilizar las emulsiones; ayudar a asegurar la integridad estructural y textura de las

emulsiones; dar fuerza tanto a los productos molidos y músculos completos como a las carnes, aves y pescados reestructurandos. En aplicaciones lácteas se pueden alcanzar excelentes beneficios nutricionales y funcionales: una selección apropiada permite formulaciones sin colesterol; bebidas sin lactosa y bajas en grasa, postres, congelados y productos tipo yogurt. Otras aplicaciones adicionales para las proteínas de soya incluyen: alimentos para bebé y formulas infantiles. Usando virtualmente en todas las categorías de la panificación de esa industria, los productos de proteínas de soya proporcionan propiedades funcionales como retención de humedad y mejor color de la costra

Los beneficios del uso de proteínas de soya en sistemas de productos procesados, continúa expandiéndose con las siempre cambiantes necesidades del mercado

1.1 JUSTIFICACION

La leche de soya influye en el crecimiento microbiano en productos fermentados

1.2 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el crecimiento microbiano total y diferencial en el yogurt de soya y normal

1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Elaborar el yogurt a partir de leche de soya
- Evaluar crecimiento total en el producto
- Evaluar crecimiento diferencial en el producto
- Comparar Los datos obtenidos con el yogurt normal

II REVISION DE LITERATURA

2.1 YOGURT

2.1.1 Antecedentes

Aunque no disponemos de ningún documento en el que se contemple el origen del yogurt, durante mucho tiempo diversas civilizaciones han creído en sus efectos beneficiosos sobre la salud y la nutrición humana. Según la tradición Persa la fecundidad y longevidad de Abraham se debieron al consumo de yogurt. Mas recientemente se sostuvo que el emperador Francisco I de Francia se recuperó de la enfermedad debilitante que padecía gracias al consumo de yogurt de leche de cabra (Tamime, y Robinsón, 1991).

Sin embargo, el yogurt es probablemente originario del Oriente Medio y la evolución de este producto fermentado a lo largo de los años se pudo atribuir a las habilidades culinarias de los pueblos nómadas de esta parte del mundo. La producción de leche en los países del Oriente Medio ha sido siempre estacional estando normalmente limitada unos pocos meses al año. La razón principal de esta estacionalidad en la disponibilidad de la leche es que en estos pueblos no han tenido nunca una producción animal intensiva, ya que, como en los primeros tiempos, la cría de los animales esta en manos de los nómadas, que se desplazan de unas regiones a otras buscando los pastos. Este tipo de vida les obliga a permanecer durante meses en zonas desérticas, lejos de ciudades y pueblos en los que poder vender los productos obtenidos de los animales

Otra razón esencial es el clima del Oriente Medio, en donde se pueden alcanzar fácilmente temperaturas de 40 °C durante el verano. En un clima de estas características, la leche se acidifica y coagula en poco tiempo después del ordeño, especialmente cuando las condiciones de producción son rudimentarias, ya que el ordeño se realiza manualmente y no es posible refrigerar la leche, por lo que el riesgo de contaminación microbiana a partir del aire, de los propios animales, de piensos o de ordeñadores es elevado.

La fermentación debida a las bacterias no lácticas da lugar a un producto insípido y desagradable, que presenta un coagulo irregular con gas y una notable tendencia a la sinéresis. Por lo contrario, la acción de las bacterias lácticas sobre la leche da lugar a un producto fermentado de aroma y sabor agradable que se puede comer o beber, siendo denominado en este ultimo caso “leche fermentada acidificada”

2.1.2 Definición

El yogurt es una leche coagulada obtenida por fermentación ácida, producida por *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, de la leche pasteurizada o concentrada con o sin adiciones (de leche en polvo, etc.). Los microorganismos del producto final deben ser viables y abundantes. (Tamime, Y Robinsón, 1991).

Después de la fermentación, el yogurt se enfría a una temperatura entre 1 y 10 °C, excluyendo cualquier otro tratamiento térmico. En este momento ya está listo para su consumo.

2.1.3 Clasificación

Antes de abordar a la fabricación del yogurt, conviene precisar que existen dos tipos de yogurt:

- El yogurt tradicional o fermentados en su propio recipiente, cuya fermentación ha tenido lugar en vasos y que son naturales o aromatizados
- Yogurt fermentado en cubas, más líquido, cuya fermentación ha tenido lugar en una cuba antes del envasado. Generalmente son yogures naturales untosos, con pulpa o trozos de fruta.

Por otra parte para cualquiera de los dos tipos de yogurt se puede utilizar leche entera, semidesnatada o desnatada y el contenido de materia grasa será, respectivamente, 3.5, 1 y 0 %

La fabricación del yogurt incluye varias etapas: La preparación y el tratamiento de la leche, el desarrollo de la fermentación, la detención de la fermentación y el envasado.

2.1.4 Desarrollo de la fermentación

Esta etapa llamada generalmente fase de acidificación característica de la fabricación del yogurt, y se puede descomponer en fase de siembra y en fase de incubación

La siembra consiste en la inoculación de gérmenes específicos del yogurt, el *Lactobacillus bulgaricus* y el *Streptococcus thermophilus*. La relación *Strepto/Lacto* varía de 1/1 para el yogurt natural hasta 10/1 para los yogures con frutas.

La siembra debe hacerse a una concentración suficientemente elevada, ya que es preferible añadir una cantidad demasiado grande que demasiado pequeña, para asegurar una acidificación correcta. Además las bacterias pueden soportar mejor las condiciones desfavorables (La falta de factores de crecimiento, el resto

de antibióticos, fase de latencia muy prolongada, etc.). También se evita que la textura resultante sea arenosa y eventualmente la sinéresis en caso de retardo de la acidificación.

La cantidad mínima de siembra varía según la vitalidad de cultivos entre 0,5 y 1 %, y el valor máximo se sitúa alrededor del 5-7 %; no deben sobrepasarse estos valores, ya que si no, el aporte de ácido láctico y de leche cuajada puede llegar a ser demasiado importante (en cuyo caso la textura es granulada), e incluso la acidificación puede ser demasiado rápida.

Hay otro criterio que no debe despreciarse, y es el de que la siembra debe ser homogénea, es decir, que el reparto de gérmenes por la leche debe ser regular. Actualmente esta operación se realiza en continuo. La siembra, además de gérmenes activos, aporta también ácido y leche cuajada, ya que la acidez del inóculo es del orden de 85-90 dornic (°D).

A partir de la etapa de la siembra las tecnologías particulares del yogurt de mezcla son diferentes. En los primeros, se fracciona la mezcla de leche y fermentos añadiéndose en ese momento los extractos de frutas y el azúcar en el caso de los yogures aromatizados y se envasa en vasos que se colocan a continuación en una estufa de aire caliente, donde se desarrollara la acidez. En el caso del yogurt de mezcla, la leche sembrada se deja acidificar en las tinas.

En la fase de incubación corresponde al desarrollo de la acidez en el yogurt, y depende de dos factores, la temperatura y la duración. La temperatura debe elegirse próxima a la temperatura óptima de desarrollo del *Streptococcus thermophilus*, es decir 42-45 °C es por otra parte la temperatura simbiótica óptima. La fermentación se puede llevar a cabo a temperatura constante o decreciente. En este último caso, después de un cierto tiempo de incubación se detiene el aporte de calor para que la temperatura vaya descendiendo progresivamente. Según Kurman, las consecuencias de esta operación son las siguientes:

- ❖ Evitar una sobre acidificación
- ❖ Retrasar la acidificación y disminuir el crecimiento de los microorganismos
- ❖ Disminuir la temperatura con vistas al batido en caliente (36-38 °C)

La duración de la incubación depende de varios factores:

- ✓ La acidez del cultivo
- ✓ La cantidad sembrada
- ✓ La velocidad de enfriamiento
- ✓ La preincubación eventual

Y varían de 2 hrs. 30 min a 3 hrs. 30 min

2.1.5 Detención de la fermentación

Cuando la acidificación alcanza un cierto valor (70-80 °D) en el caso del yogurt tradicional, 100-120 °D en los yogurt batidos, hay que bloquear el proceso inhibiendo el desarrollo de las bacterias, para lo que se debe disminuir considerablemente la temperatura; a esta fase se le llama enfriamiento, y se lleva a cabo de formas diferentes, dependiendo del tipo de producto. En el yogurt tradicional, una vez sacado de la estufa, se enfría en unas cámaras bien frías ventiladas o, cada vez con mas frecuencia, en túneles de enfriamiento, antes de ser almacenados en cámaras frías a +2 - +4 °C.

En el yogurt batido, el enfriamiento se lleva a cabo por medio de cambiadores-refrigeradores de placas, tubulares o de superficie rascada, ya que en tinas en enfriamiento seria muy lento y daría lugar a una sobre acidificación, a menos que fuesen tinas de capacidad muy pequeña

2.1.6 Operación de mezclado en yogurt batido

En el yogurt batido se lleva a cabo antes del enfriamiento una etapa particular, que da nombre al producto: el batido de la cuajada, que es lo que confiere al producto su untuosidad. Este proceso se lleva a cabo bien por la técnica del laminado en la que el gel se pasa a través de un filtro o tamiz o por agitación mecánica (con agitadores de hélice o turbina), o por homogenización a presión baja (inferior a 50 atmósferas), sobre todo en el caso de las bebidas de yogurt, ya que el producto se vuelve más líquido con esta técnica (disminuye un 50 % la viscosidad en relación con la agitación mecánica)

Normalmente el mezclado reduce la sinéresis, aunque cuando la agitación es demasiado fuerte y la incorporación del aire es importante existe un riesgo de desestabilización, apreciando dos capas, una capa superior de caseína/grasa por otra inferior de suero. Además el tamaño de los copos de yogurt es demasiado grande, el yogurt batido puede experimentar un espaciamiento posterior

2.1.7 Producción

En México, la industria láctea es la tercera actividad más importante en la industria de alimentos, sin embargo, es el principal importador de leche descremada en polvo. Los principales productos en México son leche fluida 39%, yogurt 15%, leche en polvo 14%, queso 12%, crema 4% y otros 16%. En el caso del yogurt, su producción aumentó al doble entre los años 1996 y 2002, pues pasó de 174 a 415 mil ton. <http://www.zonadiet.com/bebidas/yogurt.htm>

La producción de leche proveniente de la ganadería bovina de doble propósito en Veracruz es estacional, se desconoce su calidad y frecuentemente tiene un bajo precio (Luquet .1991). Por lo que es necesario,

conocer las características de la leche y su potencial para la producción de derivados que proporcionen valor agregado y aumenten los ingresos de los productores.

2.2 SOYA

2.2.1 Antecedentes

La soya pertenece a la familia de las leguminosas, como la judía y el guisante y tantas especies vegetales de interés económico. Se forman dentro de las vainas o legumbres, que es el fruto típico de esta familia de plantas. Se trata de una planta anual que se cultiva durante la estación cálida

El nombre botánico de la soya es *Glycine Max*, y es un cultivo anual cuya planta alcanza generalmente una altura de 80 cm. La semilla de soya se produce en vainas de 4 a 6 cm. de longitud, y cada vaina contiene de 2 a 4 granos de soya. La soya se desarrolla óptimamente en regiones cálidas y tropicales. El frijol de soya se adapta a una gran variedad de latitudes que van desde 0 a 38 grados, y los mayores rendimientos en la cosecha se obtienen a menos de 1000 metros de altura. La semilla varía en forma desde esférica hasta ligeramente ovalada y entre los colores más comunes se encuentran el amarillo, negro y varias tonalidades de café.

Su adaptación a climas diversos y las pocas enfermedades que le atacan son dos de sus características que la convierten en una forma de cultivo muy rentable, aunque su mayor enemigo es la sequía. El factor principal en su desarrollo en los países orientales fue la escasez de proteínas de alta calidad para la alimentación. Para sus pobladores, la soya ha sido siempre un vegetal sagrado, literalmente un regalo de los dioses, que, al igual que los mexicanos con el maíz, aprendieron a preparar de muchas formas distintas

Es usada para una infinidad de productos que pueden reemplazar a otros de origen animal. La soya es utilizada también como alimento para animales, área en la que compite internacionalmente con la harina de pescado. Aunque con un notable diferencial inferior en su precio, la cotización internacional de la soya es paralela a la de la harina de pescado.

Su uso en la alimentación humana es objeto de controversia. El efecto positivo del alto valor proteico de la leguminosa se ve contrarrestado en buena medida por la presencia de antinutrientes que impiden la absorción de hierro y zinc; el primero es fundamental para evitar la anemia, mientras que el segundo participa activamente en los procesos inmunológicos.

Los pueblos orientales que la vienen consumiendo como alimento desde hace milenios, inactivan las enzimas con fermentaciones y con calor.

De acuerdo con investigaciones de fuentes independientes, se desaconseja su uso como sustituto de alimentos de origen animal (lácteos, carnes) en embarazadas, adolescentes y niños menores de 5 años.

Algunos investigadores sostienen que la elevada proporción de fitoestrógenos en la soya puede acarrear problemas hormonales cuando se la usa en la alimentación humana, en particular en niños. Este efecto se produciría únicamente cuando la soya no es parte de una dieta equilibrada

Es uno de los principales alimentos en países orientales como China y Japón donde se obtienen distintos derivados como el aceite, la salsa de soya, el Tōfu, Nattō o Miso.

2.2.2 Composición química de la soya

La soya es una excelente fuente de proteínas de buena calidad, que puede compararse satisfactoriamente con otros alimentos proteicos. El aceite de soya es rico en ácidos grasos poliinsaturados y no contiene colesterol. La soya también es una buena fuente de calcio, hierro, zinc, fosfato, magnesio, vitaminas B, ftalatos y la vitamina E antioxidante. La principal característica es el contenido de proteína siendo el frijol soya donde se presenta mayor proporción. En el cuadro 1 se describe la composición química de algunas variedades de frijol. Como se observa, todas estas variaciones contienen una elevada proporción de proteína, sin embargo, son deficientes en algunos aminoácidos esenciales, sobre todo en aquellos que contienen azufre, pero son mejores que los cereales en lisina y triptófano por lo que la ingesta se ve favorecida mejorando la calidad nutritiva cuando se combina el consumo de las leguminosas con los cereales.

El valor biológico de las proteínas es bastante bajo más que por su valor nutritivo, por su baja digestibilidad. Esto ocurre por la existencia de factores tóxicos en las leguminosas tales como inhibidores de tripsina, quimiotripsina, amilasa pancreática etc. Por fortuna la mayoría de esos factores son termolábiles, lo que reduce su actividad y favorece su consumo después de su cocción.

Cuadro 1: Composición química de 100 g de frijol

Tipo de Frijol	Proteína	Niacina	Grasa	Carbohidratos	Calcio	Hierro	Tiamina	Riboflavina
Negro	21.8	2.5	55.4	183	4.7	0.63	0.17	1.8
Blanco	22.5	2.7	52	185	4.6	0.6	0.15	1.8
Soya	37.3	20	24	187	8.7	0.7	0.1	1.6

**Cuadro 2 Composición de aminoácidos esenciales de ingredientes selectos de soya
(mg/100g proteínas)**

Aminoácido	Semilla entera	Harina de soya	Concentrado de soya	Soya aislada	Leche de soya	Tofu
Isoleucina	35	46	48	49	46	48
Leucina	79	78	79	82	79	83
Lisina	62	64	64	64	60	61
Metionina y Cistina	21	26	28	26	16	14
Fenilalanina y Tirosina	87	88	89	92	80	83
Treonina	41	39	45	38	40	40
Triptófano	n/a	14	16	14	n/a	n/a
Valina	37	46	50	50	48	49

Cuadro 3: Perfil de ácidos grasos del aceite de soya

Ácido graso	% Composición
Saturados	
C12 (ácido láurico)	trazas
C14 (ácido mirístico)	trazas
C16 (ácido palmítico)	11.0
C18 (ácido esteárico)	4.1
C20 (ácido araquidónico)	trazas
Insaturados	
16:1 (ácido palmitoléico)	trazas
18:1 (ácido oléico)	22.0
18:2 (ácido linoléico)	54.0
18:3 (ácido linolénico)	7.5

Esencialmente contiene proteínas, lípidos, glúcidos y minerales. La soya contiene isoflavonas (genisteína, daidceína, gliceteína), y fitoestrógenos, sustancias químicas que desde hace algunos años son objeto de especial atención y estudio. El germen de soya tiene una densidad de nutrientes relativamente baja. Son fundamentalmente el grano y sus productos derivados los que han resultado ser una apreciable fuente de proteínas.

Los minerales que contiene el grano de soya son principalmente el calcio, el zinc y el hierro. La biodisponibilidad del calcio se ve limitada por la presencia de los ácidos fítico y oxálico. La del zinc queda también reducida por el ácido fítico. El hierro aunque está presente en cantidades importantes, tiene una escasa biodisponibilidad. Es decir, que se absorben escasamente. La soya también es fuente de fibra soluble e insoluble, cuyos efectos fisiológicos son bien conocidos.

2.2.3 Propiedades nutritivas

La calidad nutricional de las proteínas está determinada por su composición de aminoácidos esenciales y su digestibilidad. Muchos aminoácidos esenciales de la proteína vegetal concentrada de la soya están en cantidades semejantes a las de las proteínas del huevo y tiene una excelente tolerancia gastrointestinal.

La soya contiene todos los aminoácidos esenciales necesarios para cubrir los requerimientos del ser humano para el crecimiento, el mantenimiento de las funciones orgánicas. Su patrón de aminoácidos es uno de los más completos dentro de las proteínas vegetales y similares a las proteínas animales. Además de su efecto hipoglucémico, existen otras sustancias contenidas en la soya a las de los más completos dentro de las proteínas vegetales y es muy similar al de las proteínas animales de alta calidad, con excepción de los aminoácidos sulfurados como la metionina.

Cuadro 4: Composición del grano de soya y sus productos derivados.

Productos comercializados (100 g)	Germen de soya	Grano de soya(crudo)	Aceite de soya	Tofu (crudo)
Energía (Kcal)	122	416	884	76
Proteínas (g)	13,1	36,5	-	8,1
Lípidos (g)	6,7	19,9	100	4,8
- poliinsaturados (g)	3,8	11,3	37,6	2,7
Glúcidos (g)	9,6	30,2	-	1,9
Fibras (g)	-	9,3	-	1,2
Calcio (mg)	67	277	-	105
Hierro	2,1	15,7	-	5,4

Básicamente, la soya se consume directamente en forma de dos productos: semillas y aceite. Además, estos se pueden utilizar como materia prima para obtener una gran variedad de subproductos.

**Cuadro 5 Contenido en nutrientes de la leguminosa
(Por cada 100 g)**

Compuesto	Cantidad
Energía	
Proteínas	422 Kcal.
Carbohidratos	35 g
Fibra alimentaria	30 g
Lípidos totales	5 g (cocidas)
Colesterol	18 g
Sodio	0 mg
Potasio	5 mg
Calcio	1700 mgç
Magnesio	280 mg
Hierro	240 mg
Zinc	8 mg
Fósforo	3 mg
Yodo	580 mg
Flúor	6 µg
Cobre	130 µg
Tiamina	406 µg
Riboflavina	0,85 mg
Ácido Nicotínico	0,4 mg
	5 mg

Valor nutricional en comparación con otras leguminosas: En comparación con las leguminosas de consumo más frecuente en nuestro país, garbanzos, lentejas, judías y guisantes, la semilla de soya posee un elevado valor nutritivo:

Contiene la mitad de hidratos de carbono (30 g) frente a las demás legumbres (garbanzos= 61 g, lentejas= 56 g, judías= 60 g y guisantes secos= 56 g).

Es más rica en proteínas (35 g) en comparación con el resto (garbanzos= 18 g, lentejas= 24 g, judías= 19 g y guisantes secos= 21,6 g) y éstas son de más alta calidad.

A diferencia de las otras leguminosas, que carecen del aminoácido lisina, en la soya se encuentran los ocho aminoácidos esenciales y, aunque es un poco deficitaria en metionina, este problema se puede remediar si se consume conjuntamente con otros alimentos que la complementen, como huevo, leche, arroz o trigo.

Con el fin de aumentar su valor proteico, se recomienda que se sometan a un proceso de cocción a temperaturas superiores a 60 °C; de esa forma se destruye una sustancia que contiene y que actúa como inhibidor de los enzimas encargados de la digestión de las proteínas.

Contiene minerales: Ca, P, Fe, Mg, Zn y K. Tiene un bajo contenido en Na, por lo que resulta ideal para las personas hipertensas.

Es rica en ácidos grasos, no contiene colesterol y ni, prácticamente, grasas saturadas. Su contenido en lípidos es de entre un 15 a un 20%, mayoritariamente insaturados (oleico y linoleico).

De forma similar a los huevos, contiene de 1-5% de lecitina, grupo de fosfolípidos capaces de provocar la emulsión de las grasas, lo que facilita su disolución en agua y acelera su metabolismo, evitando así la formación de depósitos de grasa en las paredes de las arterias.

Contiene alrededor de 0, 2- 0,3 g de isoflavonas, fenoles heterocíclicos de estructuras molecular próxima a la del estradiol. Los fitoestrógenos que contiene la soya son la dadzeina y la genisteína. Parece que ambos aumentan la producción de hormonas femeninas y, además, previenen la aparición de ciertos tumores.

Posee también una gran cantidad de vitaminas del grupo B, sobre todo riboflavina, y las vitaminas E y K. En la semilla verde se encuentran también vitaminas A, D y C.

Su contenido en fibra dietética es elevado (4.5 % del peso de las semillas), lo que reduce la absorción de los hidratos de carbono contenidos en ella y facilita el tránsito intestinal.

2.2.4 Beneficios en la salud

- Las virtudes dietéticas de la soya

En general, son muy numerosos los trabajos que, tras años de experiencia, ponen en evidencia los beneficios de la ingesta de leguminosas: garbanzos, judías, lentejas y soya. Dichos alimentos provocan un descenso de los niveles de glucemia, porque contienen carbohidratos de digestión lenta, lo que evita los aumentos bruscos de los niveles de glucosa en sangre, como los que afectan a los diabéticos

Dicho efecto se ve acentuado porque, por su elevado contenido en fibra dietética, los carbohidratos se absorben peor a través de las paredes del intestino. Además de su efecto hipoglucémico, existen otras

sustancias contenidas en la soya a las que se le atribuyen propiedades muy beneficiosas para la salud, tanto a nivel preventivo como a nivel curativo. De entre todas ellas, destacan dos: la lecitina y las isoflavonas.

De ambas sustancias, vamos a describir solamente las propiedades terapéuticas que han sido avaladas mediante la experimentación científica, llevada a cabo por numerosos especialistas en dietética y nutrición.

Sin embargo, se atribuyen a la soya muchas otras propiedades, a las que aún les queda un largo camino experimental por recorrer para que puedan ser avaladas científicamente sus cualidades terapéuticas.

A) Acción de la lecitina

Tras su llegada al intestino, los fosfolípidos de la lecitina se degradan. La fosfatidil-colina es absorbida mayoritariamente a través del sistema linfático. Una pequeña parte de la misma pasa hacia el torrente sanguíneo y se dirige al hígado, donde es utilizada para la síntesis de ácidos grasos, colina y glicerina-3-P.

En plasma, la fosfatidil-colina y otros fosfoglicéridos transcurren ligados a albúmina y/o lipoproteínas. Posteriormente, son degradados por la acción de las fosfolipasas en ácidos grasos, colina y metabolitos glicerizados, que luego vuelven a ser sintetizados en hígado y en otros órganos

- Prevención de las patologías cardiovasculares

El riesgo de cardiopatías aumenta cuando lo hace la relación LDL/HDL. Así, se considera factor de riesgo cuando el LDL es superior a 100 mg/ dl de sangre y el HDL es inferior a los 40 mg/ dl de sangre.

La cantidad de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados presentes en la lecitina, provocan una disminución de los niveles de colesterol porque, por un lado, elevan la concentración de las HDL y, por otro, debido a su bajo contenido en ácidos grasos saturados, reducen la concentración de las LDL presentes en la sangre.

La elevación de las HDL junto con la reducción de las LDL contribuye a una disminución del cociente entre ambas y, por tanto, del riesgo de patologías cardiovasculares. Muchos investigadores piensan que el bajo índice de cardiopatías asiático se podría explicar por el elevado consumo de soya.

Las isoflavonas de la soya han demostrado disminuir las LDL y elevar las HDL en casos de elevación del

colesterol sanguíneo que tienen lugar durante la menopausia

Además, a la vez que provocan la disminución de las HDL, las isoflavonas parecen ejercer una actividad antioxidante sobre las HDL, lo que da lugar a una disminución de las enfermedades cardiovasculares.

En la reunión anual sobre Enfermedad Cardíaca Coronaria (CHD), celebrada en Boston en 1997, con la participación de 80 doctores en dietética, se expusieron los resultados obtenidos mediante estudios experimentales llevados a cabo con 750 personas voluntarias, en cuya dieta se incluyó un promedio de 47 gramos de soya texturada al día. Para ello, compararon los valores sanguíneos de colesterol de las citadas personas con los de otros 14 individuos prueba que seguían una dieta estándar de tipo occidental.

Entre los resultados de la población tratada con la soya texturada, observaron:

- Una disminución de un 12,9% en los niveles del LDL y un aumento de un 2,4% los niveles del HDL. Todo ello conlleva a la reducción de un 9,3% en colesterol total de la sangre, lo que da lugar a una reducción de entre un 18% y un 28% de riesgo de padecer una CHD.

Esto es algo específico de la soya, ya que otros productos dietéticos, como el salvado de los cereales, producen la disminución tanto de las LDL como de las HDL, siendo esta última mayor, lo que se traduce en un aumento del cociente entre ambos tipos de lipoproteínas y, por tanto, un incremento en los índices de colesterol.

Las isoflavonas de la soya, tienen propiedades antioxidantes, por lo que protegen las LDL contra la oxidación y, por tanto, impiden la formación de la placa.

- Por otro lado, al contener azúcares de digestión lenta, se origina una reducción del 10,5% en los triglicéridos, cuya elevación de su concentración, también asociado al riesgo de enfermedades cardiovasculares.

- Además, se pudo comprobar que existía una respuesta diferencial al tratamiento con proteína de soya, ya que la disminución de los niveles de las LDL eran mucho más drásticas en pacientes que tenían el colesterol más alto, en las que originaron una reducción del 24%, que en los que previamente poseían unos valores sanguíneos de colesterol menos elevados, en las que la reducción fue menos drástica: de un 7,7%.

2.2.5 Recomendaciones de empleo

Se recomienda añadir proteína de soya a la dieta en los siguientes casos:

- Para las personas en la buena salud general se recomiendan unos 8-10 g de proteína de soya al día.
- Para las personas con diabetes, riesgo de CHD, osteoporosis o con antecedentes familiares de estas enfermedades, se recomiendan unos 16- 20 g.

Para las personas que padecen CHD u osteoporosis, se recomiendan unos 24 - 30 gramos de proteína de soya diarios.

- Durante la menopausia, como terapia hormonal sustitutiva y para reducir los procesos asociados, como la osteoporosis, se recomiendan unos 35-70 mg de isoflavonas totales, repartidos en dos tomas.
- También sería conveniente aplicar la dosis anterior de isoflavonas diaria en los casos en los que exista una hipertrofia benigna de próstata.
- Se recomienda el consumo de soya y derivados en las personas con hipertensión arterial por su bajo contenido en sodio.

- Prevención de tumores

Se ha demostrado experimentalmente que el inositol hexafosfato (conocido como IP6) presente en la soya, el sésamo, el arroz y en algunos cereales, inhibe el crecimiento de las células tumorales en ratas.

B) Acción de las isoflavonas

Las isoflavonas son fitoestrógenos (dadzeína, genisteína) que están presentes en las semillas de soya y en sus principales derivados: harina, tofú y leche de soya.

Además de la soya, existen otras plantas con un contenido importante en fitoestrógenos, tales como algunos tréboles, como el *Trifolium subterraneum* (que contiene genisteína), el *Trifolium pratense* (contiene dadzeína, genisteína).

Una vez que las isoflavonas son absorbidas en el tracto digestivo, se transforman en equol y desmetilangolensina (formas más activas), siendo metabolizadas a nivel hepático y posteriormente excretadas en forma de 7-B-glucurónico

Las propiedades terapéuticas otorgadas a las isoflavonas son las siguientes:

Aumento la actividad hormonal femenina

La acción de las isoflavonas ha sido estudiada en relación con la prevención de cuadros asociados a la menopausia y con el desarrollo de algunos tumores (mama, próstata, colon, ovarios, endometrio).

Estadísticamente se ha demostrado, que en las poblaciones asiáticas, en cuya alimentación abunda la soya y sus derivados (ingieren unos 45 mg/día de isoflavonas), la menopausia aparece a una edad más tardía que en las poblaciones occidentales (ingieren menos de 5 mg/día de isoflavonas).

Parece ser que los fitoestrógenos de la soya, aun sin tener una estructura químicamente esteroidea, poseen afinidad por los mismos receptores que los estrógenos femeninos, por lo que son capaces de ejercer una suave acción estrogénica que, aunque menos potente que el estradiol, ha demostrado ser clínicamente capaz de incrementar la duración de la fase folicular del ciclo menstrual, por mantener una elevada concentración de estrógenos y reducir la de la progesterona.

Además, su consumo ha demostrado atenuar otros síntomas asociados a la menopausia, como los sofocos, por lo su empleo como alternativa a la tan polémica terapia hormonal ha sido muy valorada aunque aún le quede un camino por recorrer para que pueda ser utilizada con todas las garantías.

Se han llevado a cabo experimentos en los que se inyectaba genisteína en ratas, demostrándose una reducción de las lesiones precancerosas de colon de manera significativa

Parece ejercer una acción inhibitoria sobre los protooncogenes inducidos por TPA y, simultáneamente, se evidenció inhibición de la angiogénesis.

El equol, producto derivado del metabolismo de las isoflavonas, demostró poseer las siguientes propiedades:

- Induce la secreción de prostaglandinas PGF- 2a por la pared endometrial, de forma similar al estradiol y, por otra parte, provoca una inhibición de las enzimas que provocan la destrucción de dichas moléculas (acción anti-aromatasa).
- Inhibe la acción de la enzima 17-beta-HO-dehidrogenasa, con lo que reduce la conversión de estrona en estradiol

A estas mismas conclusiones se ha llegado tras estudios estadístico realizados con 7999 hombres hawaianos que, durante unos 20 años, habían consumido semillas de soya, poniéndose en evidencia el descenso en el número de cánceres de próstata

Aún así, el papel de la proteína de soya como factor protector contra cáncer de mama y de próstata se encuentra aún en proceso de investigación.

- Prevención y tratamiento de la osteoporosis

En experimentos con ratas en las cuales padecían una severa disminución de la densidad ósea como consecuencia de la extirpación quirúrgica de los ovarios, se comprobó que, tras la administración de genisteína, dicha disminución se veía frenada. Parece que dicha sustancia es capaz de provocar una disminución de la actividad osteoclástica y, simultáneamente, un aumento de la actividad osteoblástica.

2.2.6 Factores antifisiológicos

Vale aclarar que si bien la soya tiene proteínas, éstas no son fácilmente asimilables, sobre todo por los niños. El tan meneado frijol contiene factores tóxicos o antinutrientes que limitan la absorción de una serie de nutrientes reduciendo en más de un 50% su valor nutritivo, y provocando entre otras cosas, efectos digestivos desagradables. Esto está descrito en aquel comentado documento de trabajo, dentro de los factores tóxicos que están siempre en la soya o en los alimentos que contienen soya, se pueden mencionar a:

-los inhibidores de la tripsina: son sustancias que interfieren en la digestión de las proteínas en el intestino, disminuyendo, no sólo de las proteínas de la soya, sino de las proteínas de cualquier otro alimento que se ingiera junto con la ella.

-otros factores tóxicos son los fitatos, sustancia que se encuentra en el revestimiento externo del grano, y que se une fuertemente a las proteínas dificultando su absorción, y también interfiriendo en la absorción de minerales claves como el hierro, el zinc, el calcio, el magnesio el cobre, limitando su utilidad biológica.

-otro factor tóxico es un grupo de azúcares llamados oligosacáridos (estaquiosa y rafinosa), presentes en la soya pero que no pueden ser digeridos por el organismo, y entonces son consumidos por bacterias del intestino humano, produciendo gran cantidad de gases, o como dice un informe sobre el tema, realizado por la Comisión de Alimentos del Reino Unido: flatulencias intestinales.

-finalmente existe otro grupo de factores tóxicos muy estudiados, que son las isoflavonas, estas sustancias son fitoestrógenos que se encuentran en forma natural en el grano de soya. Actúan como hormonas sexuales que inciden en los ciclos y en el desarrollo reproductivo, provocando en las niñas menarcas precoces y adelantos de los eventos puberales; aumento de tamaño en los órganos de la reproducción, y tantas otras cosas que ya registran a menudo los médicos del Hospital Nacional de Pediatría Dr. Garrahan

Javiera Rulli, ecologista especializada en los perjuicios que causa la soya en niñas y embarazadas, afirma que cuando se alimenta a chicos desnutridos con soya como única fuente de proteína, ingieren un equivalente a dos pastillas anticonceptivas diarias. También se sabe que las isoflavonas actúan sobre la glándula tiroidea, provocando enormes trastornos

Además, la soya tiene mucha fibra, que si bien puede ser beneficiosa para la salud, existen situaciones donde hay que tener cuidado, como con las enfermedades inflamatorias intestinales y cuadros de malnutrición. Por todas estas causas, la Sociedad Argentina de Pediatría, en el año 2001 desaconseja la utilización de soya en la alimentación de niños menores de cinco años, y está contraindicada para menores de dos años. Finalmente, para adultos, se aconseja usarla solo como complemento de una alimentación completa y variada, nunca como sustituto de ninguna proteína, y en una cantidad que no supere los 25 gramos por porción y hasta dos veces por semana.

Y a todo esto que se comenta aquí hay que agregarle toda la carga de agrotóxicos que son aplicados en la producción de la planta de soya, y que acompañarán al grano en toda su trayectoria. Y hay todavía algo más, toda o casi toda la soya que se consume en este país, es transgénica, por lo tanto, hay que sumarle todas las dudas y los riesgos de comer un organismo artificial como es la soya transgénica. Quedan otras dudas, los problemas de alergias que se han reportado, problemas de cáncer de mamas. Recomendamos que cuando lean que un alimento tiene como ingrediente lecitina de soya, que es la proteína de soya, recuerden lo aquí expresado y busquen otras fuentes de proteínas. Todavía se pueden consumir leguminosas que nos aportan nutrientes naturales y proteínas sin riesgos, tales como las arvejas o las lentejas, carne de animales alimentados a pasto, huevos, leche y sus derivados. www.ecoportal.net

Las contraindicaciones por las cuales se recomienda no ingerir soya o sus derivados tienen que ver con malestar intestinal, meteorismo (sensación de vientre abultado), flatulencias y diarrea que pueden provocar en ciertas personas que la consumen. La soya puede intervenir con la absorción de minerales por el ácido fítico que contiene, por lo que se debe consumir con moderación (25 gramos de proteína de soya al día son suficientes para obtener los beneficios que proporciona este alimento).

Algunos medicamentos pueden interactuar con la soya, entre los que se encuentran los estrógenos combinados, hormonas tiroideas, Ipratropium Bromide y Warfarin. Algunas de estas interacciones pueden o no ser negativas, se recomienda consultar siempre al médico si se está tomando alguno de los medicamentos antes descritos.

En caso de que no tengamos ningún malestar o alergia por consumir la soya, no existe razón alguna para que la eliminemos de la dieta, al contrario, son pocos los que la incluyen en su alimentación pues no hay

demasiada difusión sobre como aprovechar o preparar de manera atractiva platillos con soya.

Digestibilidad proteica

Los inhibidores de tripsina están distribuidos en una gran variedad de semillas leguminosas, incluyendo la soya. Según un estudio con animales sometidos a prueba, los inhibidores de tripsina son los factores inhibidores del crecimiento que ocasionan un engrandecimiento del páncreas debido a una deficiencia de tripsina que son importantes para digerir las proteínas.

Algunos investigadores han reportado que los inhibidores tienen poco o ningún efecto sobre la proteinasa humana. En general, el calor se ha empleado para inactivar los inhibidores de la tripsina cuando se produce leche de soya. Los inhibidores en soya remojada durante toda la noche se inactivan al blanquear la soya descascarada y sin remojar durante 10 minutos en agua hirviendo con 0,5 % de bicarbonato de sodio, calentando después la leche de soya a 95 grados centígrados durante 10 minutos.

2.2.7 Sabor

Algunos de los componentes indeseables de la soya afectan la calidad y aceptación de la leche de soya. El sabor, la digestibilidad de las proteínas, y la flatulencia están asociados a constituyentes de la soya

La soya es una fuente de enzimas de lipoxigenasa, las cuales son responsables de que se desarrolle el sabor enfriolado de la leche de soya. Se vuelven muy activas al moler la soya y en presencia de agua y oxígeno. Las lipoxigenasas catalizan la oxidación de ácidos grasos polinsaturados y sus ésteres que contienen los productos primarios.

Los hidroperóxidos se descomponen para formar 40 compuestos diferentes que tienen que ver con el sabor a grasa y frijol de la leche de soya. Los malos sabores pueden controlarse mediante la inactivación de las enzimas con tratamientos térmicos, fermentación o ácidos. La deodorización al vacío y la formulación del sabor también son utilizados para eliminar y disfrazar el mal sabor.

Las enzimas son sensibles al calor y fácilmente inactivadas con agua hirviendo a fin de que la temperatura de la lechada no caiga por debajo de los 80 grados centígrados.

En consecuencia, el tratamiento térmico es uno de los métodos más efectivos y prácticos en la preparación de leche de soya, dado que las enzimas son sensibles al calor.

2.2.8 Factores de flatulencia

La soya, como muchas leguminosas, contiene casi 10% de hidratos de carbono solubles con

aproximadamente 5% de rafinosa y 4% de estaquiosa. Los seres humanos no poseen alfa-galactosidasa en su aparato digestivo para digerir la rafinosa y estaquiosa, la flora intestinal fermenta estos azúcares y la producción de gases ocasiona flatulencias.

La leche de soya preparada con soya integral también contiene una gran cantidad de factores flatulentos, siendo éstos los problemas más graves para su consumo

Los azúcares indeseables pueden reducirse por la enzima alfa-galactosidasa o con bacterias del ácido láctico fermentación. Cobra suma importancia la reproducción de nuevas variedades de soya que estén libres de hidratos de carbono o contengan un nivel bajo de éstos

2.2.9 Productores de soya

En la actualidad, EEUU es su principal productor con unos 65 millones de tn, lo que supone casi el 50% del consumo total anual. Le siguen otros países con una producción importante, como Brasil (23 millones de tn/ año), China (13 millones de tn/año) y Argentina (13 millones de tn/año). En Taiwán, Canadá y la India constituye también un cultivo relevante aunque no lleguen a la cifra de producción de los anteriores.

En Europa, aunque su consumo es elevado, sobre todo para la fabricación de piensos compuestos. Sin embargo, su cultivo es escaso por dos motivos: por las escasas precipitaciones (en la Europa Mediterránea) o por las bajas temperaturas (en la Europa del Norte).

En Argentina, Brasil, Bolivia y Paraguay se están cultivando y cosechando semillas de soya genéticamente modificadas, para hacerlas resistentes al herbicida no selectivo *glifosato*. Una enzima de la petunia inactiva el herbicida, transformándolo en proteína (proteína de petunia), y de esta manera lo que antes era un mecanismo mortal para la soya ahora es un episodio intrascendente.

La modificación genética de la soya está siendo resistida por entidades ambientalistas, dado que si bien no se ha comprobado que dañen al organismo, tampoco se sabe si la introducción al ambiente de "nueva" proteína de petunia es totalmente inocua.

Cuadro 6 Productores de soya (millones de tn/año)

Estados Unidos	82.8
Brasil	50.2
Argentina	38.3
China	16.9
India	6.0
Paraguay	3.5
Canadá	3.0
Bolivia	1.7

2.2.10 Productos fermentados a base de soya

La fermentación transforma el alimento mediante la acción de enzimas o fermentos producida por organismos diminutos como el moho, las bacterias y la levadura. Hoy, su uso está muy extendido y se sabe que, además de alargar la vida útil del producto de origen, los alimentos fermentados mejoran sus propiedades nutritivas.

Tempeh: se obtiene poniendo a remojo y sometiendo a cocción semillas de soya a las que se añade un hongo específico para su fermentación. Se sirve frito o asado. Es una buena fuente de proteínas (semejante al contenido proteico de la carne), vitamina B₁₂ (la mitad que en carnes y el triple que en la leche de vaca) y hierro.

Miso: su obtención es similar a la del tempeh. Las semillas de soya se mezclan con arroz y cebada antes de ser fermentadas. Se añade a sopas y salsas, una cucharilla de café por cada taza de sopa. Rico en proteínas.

Tamarí: salsa elaborada con soya fermentada, trigo y sal marina, contienen gran cantidad de ácido glutámico (aminoácido no esencial que le confiere un gusto que recuerda al de la carne), y rica en vitamina B₁₂. Se emplea como condimento para sopas y otros platos.

Brotos de soya. Son tiernos y sabrosos. Se emplean en ensaladas, triturados, etc. Son ricos en vitamina C y en enzimas; sustancias que facilitan la digestión.

2.3 LECHE DE SOYA

2.3.1 Antecedentes

Las evidencias arqueológicas (un mural chino en una losa de piedra) demuestran que la leche de soya y el

tofu se producían en el Norte de China durante el período Eastern / Later Hans (años 25-220 A.C.) Chen Wensha, 199a. La primera referencia escrita sobre la leche de soya data de 1500 A.C., en un poema de Su Ping. (Su Ping. 1500.0 de to tofu. Quoted by Wai, 1964, p. 91-92).

Cada una de estas referencias así como otras tantas menciona a la leche de soya en el procesamiento del tofu. El consumo de leche de soya como bebida es discutido por primera vez en 1866 cuando el francés Paúl Champion, quien había viajado a China, afirmó que los chinos llevaban sus tazas a las tiendas de tofu para obtener leche caliente, la cual bebían en el desayuno.

La primera referencia de la leche de soya en los Estados Unidos aparece en 1896, en un artículo del American Journal of Pharmacy cuyo autor es Henry Trimble. En 1909, un pediatra norteamericano desarrolló la primera fórmula infantil basada en soya y leche de soya proveniente de harina con contenido total de grasa Trimble, Henry. 1896. Re American J. of Pharmac

En 1966, en la Universidad de Cornell, los investigadores descubrieron que el sabor "afrijolado" de la leche de soya era debido a la acción de una enzima llamada lipoxigenasa y desarrollaron un proceso mediante el cual se elimina dicho sabor

En 1967 se produce otro avance en la comercialización de la leche de soya; en Singapur se comienza a empacar asépticamente en cartones de Tetra Pak, lo que permitió que la leche de soya se expendiera sin refrigeración por seis meses o más.

Durante las décadas de los 70's y 80's, en Asia la leche de soya se convirtió en una bebida popular con tanto éxito que su fama alcanzó los países de Europa, Australia y los Estados Unidos.

También en los 80's, dos grandes compañías: Eden Foods Clinton, Michigan y Vitasoy (USA) Inc. de Brisbane, California, comenzaron a importar leche de soya proveniente de Japón y Hong Kong, respectivamente. Como resultado los consumidores norteamericanos obtuvieron una bebida de soya moderna, en un empaque con excelente vida de anaquel y sabor suave.

En 1984 se publica el primer estudio de mercado de la leche de soya en los Estados Unidos. Los resultados mostraron que en 1983, el consumo total de leche de soya sin incluir las fórmulas infantiles basadas en soya, era de 2.68 millones de galones.

Hacia 1991, en el mercado americano se encontraban por lo menos 35 procesadores y comercializadores de soya. La producción se incrementó a alrededor de 9.8 millones de galones y el consumo se estimó que

estaba creciendo entre 15 y 20% por año desde 1984 (Golbitz, P., 1991).

En 1993, en Inglaterra se publicaron más de 200 artículos científicos sobre la leche de soya y por lo menos entre 1913 y 1992 aparecieron 80 patentes (en inglés) de leche de soya.

De acuerdo con un estudio de mercado publicado en 1995, se estimó que en los Estados Unidos se vendieron \$108 millones de dólares de leche de soya, en 1994. (William, 1984).

2.3.2 Estándares existentes en otros países

Las altas ventas y el incremento en el consumo de la leche de soya en todo el mundo, han producido que Japón, Singapur, Francia, Tailandia y Corea adopten estándares para su composición y etiquetado.

El cuadro 7 sintetiza las diferencias en la composición y las características de la leche de soya que se expenden en los países mencionados. Cabe mencionar que sólo son ejemplos de cada país y no constituyen el lineamiento legal total de los países descritos.

**Cuadro 7 Estándares de leche de soya para varios países
Requerimientos mínimos**

País	Producto	Proteína	Grasa de soya (%)	Sólidos
Japón	Leche de soya	3.8	---	8.0
	Leche de soya vend.	3.0	---	6.0-8.0
	Bebida de leche de soya	1.8	---	4.0-6.0
	Bebida de proteína de soya	1.8(*)	---	---
Taiwán	Leche de soya	2.6	0.5	---
	Fórmula de leche de soya	2.0	0.5	---
	Bebida de soya	1.4	0.5	---
Singapur	Leche de soya	2.0	---	---
	Bebida de soya	2.0	---	---
Francia	Leche de soya (tonillo)	3.6	>1.5	>7.3
	Leche de soya fortificada (extra tonillo)	>3.8	---	---
Tailandia	Leche de soya	2.0	1.0	---

Fuente: Steve Chen, ASA Taiwán; Ministerio de Agricultura, Recursos Forestales y Acuícolas de Japón; SOJINOL, Francia; Estándares Nacionales de China; recopilados por Soyatech, Inc

En 1981 se establecieron los estándares japoneses, los cuales fueron revisados en 1985 para permitir que las bebidas a base de proteínas de soya o hechas a partir del frijol entero contuvieran por lo menos 1.8% de proteína (Leche de Soya, Nov.16, 1981).

Los estándares Chinos Nacionales (CNS, por sus siglas en inglés) se establecieron en 1984 y fueron revisados recientemente para reducir la cantidad mínima de proteína de soya de 3.4 a 2.6% con el propósito de bajar impuestos. Además, se revisó la cantidad mínima de grasa y se redujo de 1.0 y 2.0 a 0.5% para permitir la introducción de leches de soya bajas en grasa.

"leche de soya líquida", el producto contiene 2.75% de proteína, 1.91% de lípidos, 1.81% de hidratos de carbono y 0.27% de cenizas (Taiwán, 1993).

2.3.3 Definición

La leche de soya es un líquido de consistencia cremosa y de sabor que recuerda al de las nueces. Se obtiene de las semillas de soya empapadas en agua, cocidas y, posteriormente, molidas y coladas. El líquido resultante es la leche de soya y la parte sólida que queda tras el proceso de colado es la okara.

El calor se aplica a la leche de soya para inactivar posibles factores antinutricionales, como inhibidores de tripsina, y para garantizar la seguridad por la pasteurización adecuada.

2.3.4 Clasificación de la leche de soya:

De acuerdo a su composición (concentración de nutrimentos del frijol de soya y sólidos totales de soya), los productos de la leche de soya son clasificados de la siguiente manera:

a) Leche de soya

La "leche de soya" debe contener no menos de 3.0% de proteína de soya, no menos de 1.0% de grasa proveniente de soya y no menos de 7.0% de sólidos totales. (Ver cuadro 8)

b) Bebida de soya

La "bebida de soya" no califica como leche de soya y contiene no menos de 1.5% de proteína de soya, no menos de 0.5% de grasa de soya y no menos de 3.9% de sólidos totales. (Ver cuadro 8)

c) Leche de soya en polvo

La "leche de soya en polvo" es el producto obtenido por la extracción de agua de la leche de soya líquida, o por la mezcla del polvo de proteína de soya de calidad comestible y aceite. Debe contener no menos de 38.0% de proteína, no menos de 13.0% de lípidos y no menos de 90% de sólidos totales. (Ver cuadro 8)

d) Concentrado de leche de soya

El "concentrado de leche de soya" es el producto obtenido por la modificación del contenido de agua de la leche de soya y el cual debe tener no menos de 6.0% de proteína de soya, no menos de 2.0% de grasa y no menos de 14% de sólidos totales. (Ver cuadro 8)

La grasa debe ser removida o reducida si el producto terminal es etiquetado de acuerdo con las regulaciones de FDA sobre productos "reducidos en grasa" o "bajos en grasa", u otros productos modificados en grasa como se describe en 21 C.F.R. 101.13.101.62.
²Pueden incluir sólidos diferentes a la proteína y aceite de soya.

Cuadro 8: Productos de soya
Porcentaje del componente

Clasificación	Proteína de soya	Aceite de soya (Grasa)	Mínimo de sólidos totales
Leche de soya	>3.0	>1.0	>7.0
Bebida de soya	1.5-2.9	>0.5	>3.9
Leche de soya en polvo	>38.0	>13.0	>90.0
Concentrado de soya	>6.0	>2.0	>14.0

La grasa debe ser removida o reducida si el producto terminal es etiquetado de acuerdo con las regulaciones de FDA sobre productos "reducidos en grasa" o "bajos en grasa", u otros productos modificados en grasa como se describe en 21 C.F.R. 101.13.101.62. (SOYFOODS ASSOCIATION OF AMERICA, 1979).

Pueden incluir sólidos diferentes a la proteína y aceite de soya

2.3.5 Composición

A la leche de soya se le pueden adicionar aceites vegetales, edulcorantes, sal, sazónadores y/u otros ingredientes funcionales o saborizantes. El producto resultante debe contener proteína de soya y grasa de acuerdo con los criterios estipulados a la categoría específica a la que corresponda el producto.

La "leche de soya" debe contener no menos de 3.0% de proteína de soya, no menos de 1.0% de grasa proveniente de soya y no menos de 7.0% de sólidos totales. (Ver cuadro 8)

No contiene colesterol, aporta calcio, vitaminas del grupo B y Fe. Sin embargo, esta leche no aporta la misma cantidad de proteínas que la que aporta la leche de vaca. Se comercializa en estado líquido y como leche en polvo.

Cuadro 9: Composición química por 1 vaso de 250 ml de leche

	Calorías	Proteínas	Grasas	Hidratos de carbono	Sodio
Leche de soya	62.8 kcal	8.6 g	0.24 g	7.32 g	0.004 mg
Leche de vaca	152.5 kcal	8.25 g	8.25 g	11.75 g	122.5 mg

2.4 Fermentación láctica

El ácido láctico se produce mediante la fermentación alcohólica y fermentación láctica. En condiciones de ausencia de oxígeno (anaerobias), la fermentación responde a la necesidad de la célula de generar la molécula de NAD⁺, que ha sido consumida en el proceso energético de la glicólisis. En la glicólisis la célula transforma y oxida la glucosa en un compuesto de tres átomos de carbono, el ácido pirúvico, obteniendo dos moléculas de ATP; sin embargo, en este proceso se emplean dos moléculas de NAD⁺ que actúan como aceptores de electrones y pasan a la forma NADH. Para que puedan tener lugar las reacciones de la glicólisis que producen energía es necesario restablecer el NAD⁺ por otra reacción. Los dos tipos de fermentación que se ilustran aquí son particularmente importantes ya que, sus subproductos –ácido láctico en el primer caso y etanol en el segundo-, son utilizados en la industria alimentaria.

Se produce en muchas bacterias (bacterias lácticas), también en algunos protozoos y en el músculo esquelético humano. Es responsable de la producción de productos lácteos acidificados ---> yogurt, quesos, cuajada, crema ácida, etc. El ácido láctico tiene excelentes propiedades conservantes de los alimentos



2.4.1 División de la fermentación

2.4.1.1- Homofermentación

Se denomina así la fermentación cuyo único producto final es el ácido láctico. Su ecuación global es:



Estas bacterias producen el piruvato por catabolismo de la glucosa siguiendo la ruta de Embden-Meyerhof (vía glucolítica clásica).

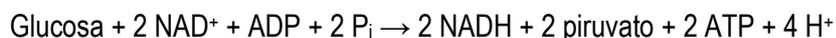
Es un proceso de fermentación presente en muchas bacterias del grupo láctico: *Streptococcus* (grupo de *enterococos*), *Pediococcus* y varios grupos de *Lactobacillus*.

Su importancia industrial estriba en la bajada del pH de los productos donde se encuentran estas bacterias: esta bajada del pH como consecuencia de la liberación de ácido láctico es suficiente para producir unos cambios químicos en el producto (precipitación de proteínas durante el cuajado de la leche), cambios microbiológicos (protección del deterioro microbiano de alimentos como consecuencia de la eliminación de la flora competidora) y organolépticos (los ácidos orgánicos de cadena corta, y entre ellos el ácido láctico tienen características de producción de sabor) que hacen de esta fermentación un proceso muy relevante en la producción de alimentos.

La glucólisis, también denominada glicólisis o ruta de Embden-Meyerhof, es la secuencia metabólica en la que se oxida la glucosa. Consiste de nueve reacciones enzimáticas que producen dos moléculas de piruvato y dos equivalentes reducidos de NADH, los que, al introducirse en la cadena respiratoria, producirán cuatro moléculas de ATP.

Cuando hay ausencia de oxígeno, la glucólisis es la única vía que produce ATP en los animales. Los organismos primitivos se originaron en un mundo cuya atmósfera carecía de O_2 y, por esto, la glucólisis se considera como la vía metabólica más primitiva. Está presente en todas las formas de vida actuales. Es la primera parte del metabolismo energético y en la célula eucariota ocurre en el citoplasma.

- En esta fase, por cada molécula de glucosa se forman 2 ATP y 2 NADH
- La reacción global de la glucólisis es:



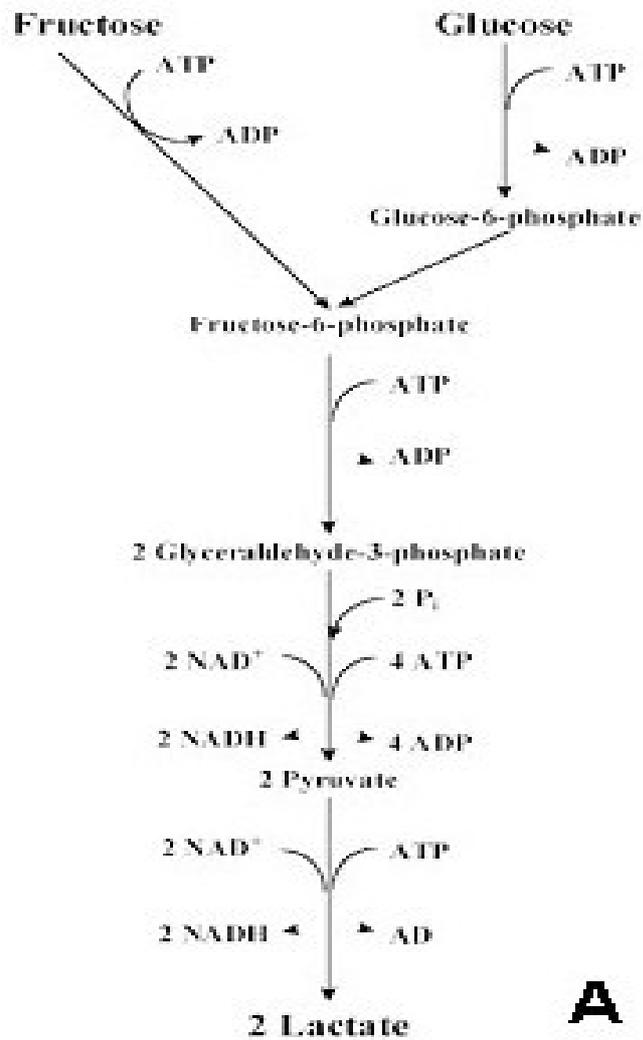
La glucólisis se divide en nueve partes:

Se produce la fosforilación de la glucosa en una reacción endergónica que consume una molécula de ATP, la reacción la cataliza la enzima Hexoquinasa, dando una glucosa-6-fosfato y una molécula de ADP.

- La Fosfoglucosa isomerasa isomeriza la glucosa 6-fosfato en fructosa 6-fosfato.

- Fosforilación de la fructosa 6-fosfato, con gasto de un ATP, a través de la enzima Fosfofructoquinasa.
- La enzima Aldolasa parte la fructosa 1,6-bifosfato en dos triosas de Gliceraldehído 3-fosfato
- Se utiliza un fosfato inorgánico y dos moléculas de NAD⁺ para producir ácido 1,3-bifosfoglicérico y una molécula de NADH⁺
- Se desfosforiliza el ácido 1,3-bifosfoglicérico, formándose una molécula de ATP por cada una de ácido 1,3-bifosfoglicérico.
- Se isomeriza el ácido 3-fosfoglicérico procedente de la reacción anterior dando ácido 2-fosfoglicérico, la enzima que cataliza esta reacción es la Fosfoglicerato mutasa.
- La enzima enolasa propicia la formación de un doble enlace en el ácido 2-fosfoglicérico, dando fosfoenolpirúvico y NAD
- Desfosforilación del ácido fosfoenol pirúvico, obteniéndose ácido pirúvico y ATP.

Fig. 1 Vías de la fermentación



A) Vía homofermentativa o de Embden-Meyerhoff

2.4.1.2 - Heterofermentación

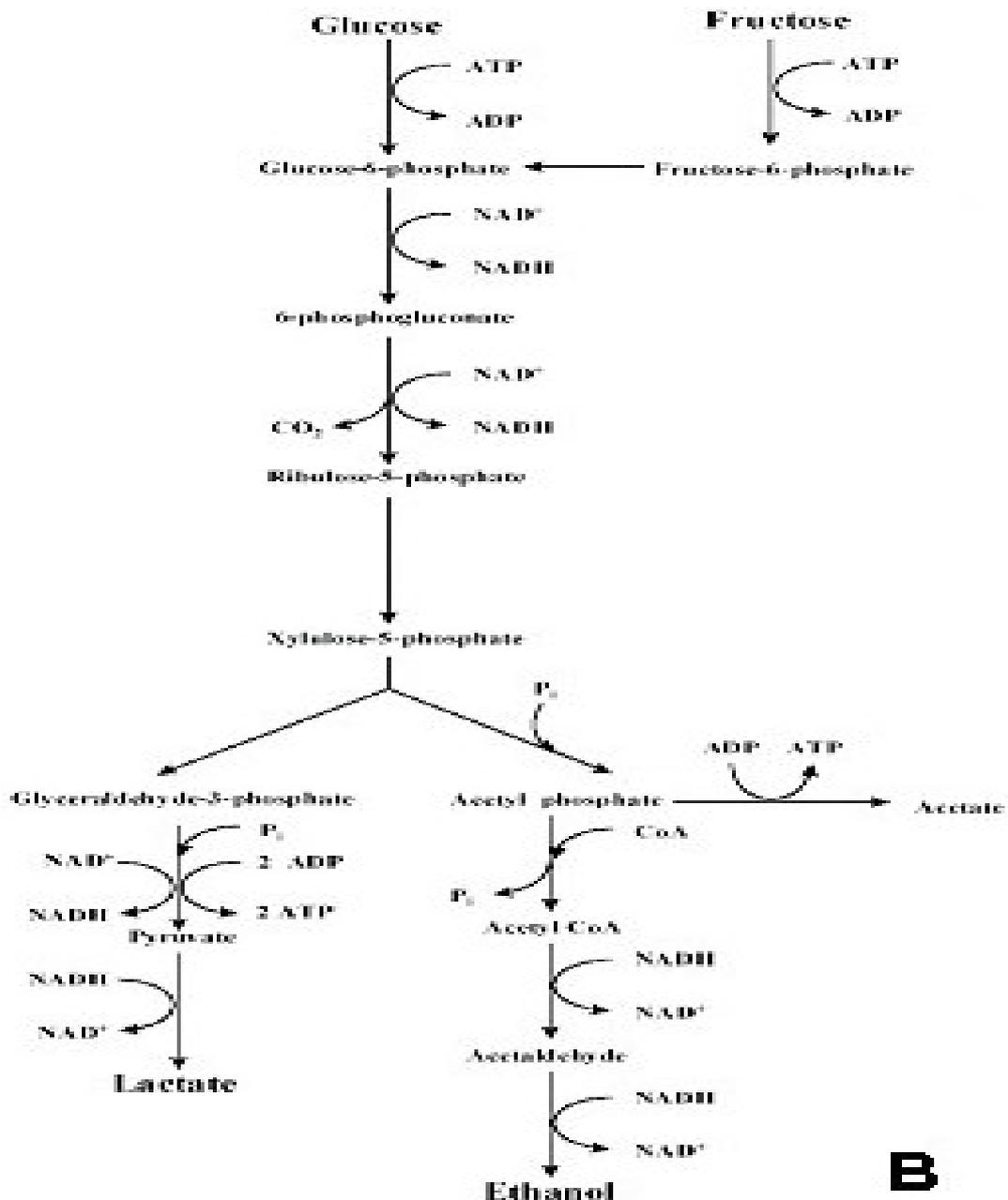
Denominada así porque su producto final no es exclusivamente ácido láctico.

El proceso tiene un rendimiento menor al de la fermentación homoláctica como se desprende de la producción de sólo un mol de ATP por mol de glucosa fermentada. La obtención del piruvato en estas bacterias se logra mediante el catabolismo de la glucosa por la ruta de las pentosas.

La reacción global es:



Este proceso lo llevan a cabo bacterias del grupo láctico pertenecientes a los géneros *Leuconostoc* y *Lactobacillus*. Industrialmente el proceso es relevante en la producción de alimentos fermentados (por ejemplo el sauerkraut). Otra bacteria productora de este tipo de fermentación es *Lactobacillus acidophilus* que facilita el metabolismo de la leche.



B) Vía heterofermentativa o de la fosfocetolasa

B

III MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración del yogurt

Obtenida la leche de soya, se calentó hasta alcanzar 85°C, se enfrió a 45 °C, se añadió cultivo láctico y se incubó 3.5 horas a 45 °C

Una vez elaborado el yogurt, se determinó el contenido de humedad de las muestras y se sacó una media. Los resultados se muestran a continuación:

Determinación de Humedad

Una vez obtenido el yogurt, se pesaron 5 g. de cada muestra en charolas de aluminio para determinar la humedad.

$$\% \text{ MST} = \frac{(\text{Peso de charola con muestra seca} - \text{Peso de charola}) \times 100}{\text{g de muestra}}$$

$$\text{MST} = 10.175$$

$$\% \text{ H} = 100 - \text{MST}$$

$$\% \text{ H} = 100 - 10.175$$

$$\% \text{ H} = 89.825$$

Obtención de la leche de soya

Se limpio la soya, se peso 1 Kg., se lavo y se cubrió de agua a una temperatura de 50°C, se cubrió y se dejo reposar 24 horas. Al día siguiente se enjuago la soya y se licuo 5:1, es decir, cinco partes de agua

(a una temperatura de 85°C), y una parte de soya.

Obtención de la leche de soya

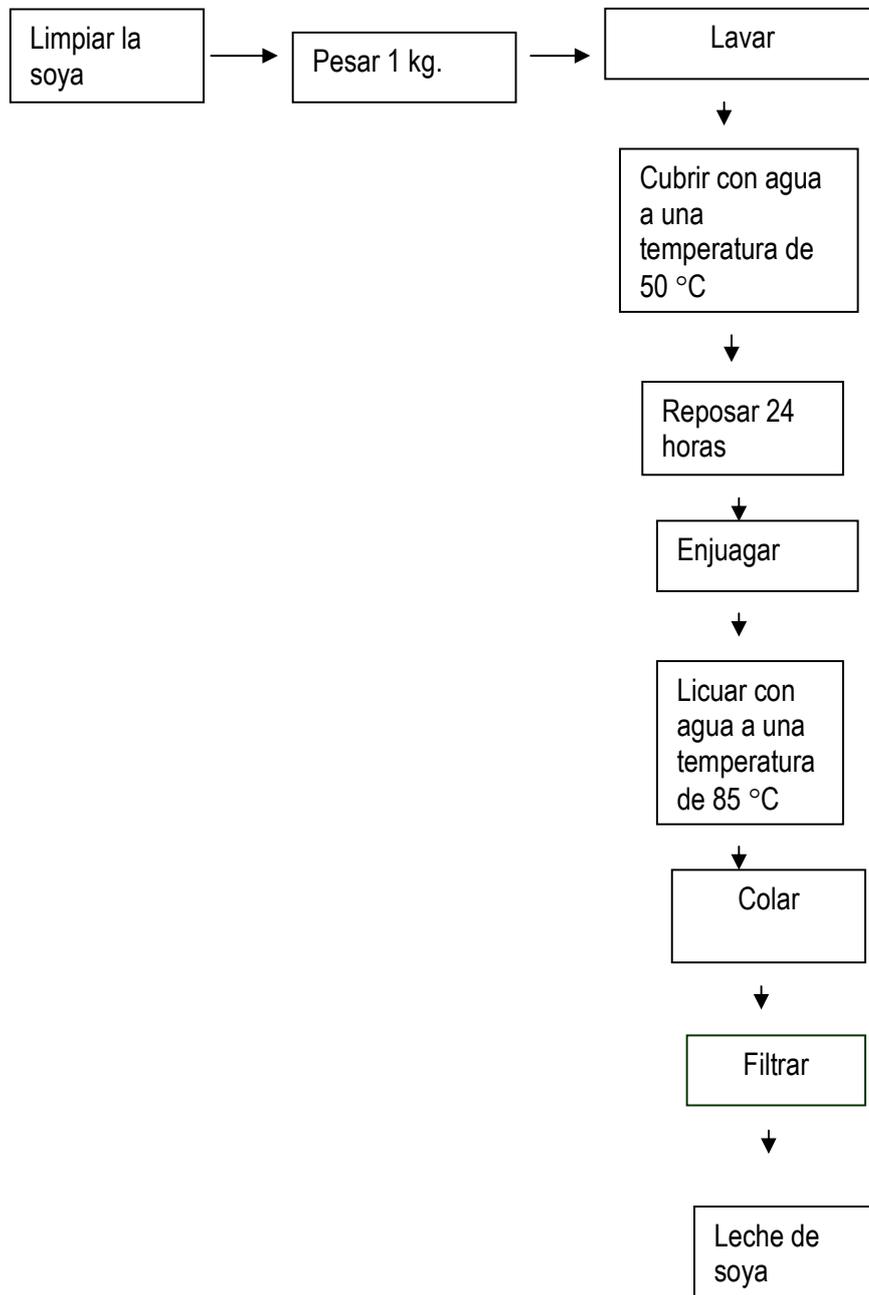


Fig. 2 Diagrama para la obtención de la leche de soya

Medio de cultivo

Agar Plate Count

Agar peptona de caseína-glucosa extracto de levadura para determinación del contenido microbiano

Composición típica (g/litro):

Peptona de caseína 5,0; extracto de levadura 2,5; D(+) glucosa 1,0; agar-agar 14,0

Preparación del medio de cultivo

Disolver 22.5 g en 1 litro de agua desmineralizada, calentando en un baño de agua hirviendo o en corriente de vapor; tratar en la autoclave (15 minutos a 121 °C).

pH: 7.0 +/- 0.2 a 25 °C.

Peptona de carne

BD Bioxon

Composición

Nitrógeno total	10 % o más
Residuo de ignición	15 % o menos
Perdida en el secado	5 % o menos
Proteína coagulable	Negativo o trazas

pH (Solución al 2 %) 6.5 - 7.5

Preparación de el agua peptonada

Se diluyeron 3.010 g de peptona de carne en 300 ml. de agua destilada, se colocó en 2 frascos de dilución (90 ml.) y en 8 tubos de ensaye (9 ml.) y se esterilizaron a 15 lb por 15 min.

Procedimiento

En un frasco de dilución con peptona de carne, se añadieron 10. g de yogurt, se agitó hasta que se diluyera completamente la muestra y se procedió a hacer las diluciones: 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} y 10^{-6}

Se sembraron las últimas 3 diluciones, colocando 1 ml. de solución en cada una de las cajas petri y se colocaron en la incubadora a 45°C. Se contaron a las 24 horas y los resultados obtenidos se muestran a continuación.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

Agua peptonada con concentración al 1 %

UFC: Unidades formadoras de colonias

Se sembraron las siguientes diluciones:

Se contaron a las 24 horas después de que se sembraron

Muestra elaborada el 06 de octubre de 2006

Diluciones	09/oct	10/oct
10 ⁻⁴	106 UFC	414 UFC
10 ⁻⁵	1 UFC	41 UFC
10 ⁻⁶	0 UFC	7 UFC

Muestra elaborada el 18 de octubre de 2006

Diluciones	19/oct	20/oct
10 ⁻⁴	365 UFC	400 UFC
10 ⁻⁵	36 UFC	45 UFC
10 ⁻⁶	0 UFC	7 UFC

Muestra elaborada el 30 de octubre de 2006

Diluciones	31/OCT	01/OCT
10 ⁻⁴	432 UFC	500 UFC
10 ⁻⁵	92 UFC	Contamino
10 ⁻⁶	9 UFC	0 UFC

Muestra elaborada el 02 de noviembre de 2006

Diluciones	03/NOV	06/NOV
10 ⁻⁴	489 UFC	536 UFC
10 ⁻⁵	91 UFC	112 UFC
10 ⁻⁶	0 UFC	11 UFC

Muestra elaborada el 06 de noviembre de 2006

Diluciones	07/nov	08/nov
10 ⁻⁴	550 UFC	558 UFC
10 ⁻⁵	111 UFC	112 UFC
10 ⁻⁶	13 UFC	13 UFC

Muestra elaborada el 14 de noviembre de 2006

Diluciones	15/nov	16/nov
10 ⁻⁴	449 UFC	576 UFC
10 ⁻⁵	109 UFC	87 UFC
10 ⁻⁶	12 UFC	13 UFC

Muestra elaborada el 19 de noviembre de 2006

Diluciones	20/nov	21/nov
10 ⁻⁴	489 UFC	536 UFC
10 ⁻⁵	91 UFC	112 UFC
10 ⁻⁶	0 UFC	11 UFC

Muestra elaborada el 24 de noviembre de 2006

Diluciones	25/nov	26/nov
10 ⁻⁴	570 UFC	557 UFC
10 ⁻⁵	84 UFC	97 UFC
10 ⁻⁶	7 UFC	5 UFC

Muestra elaborada el 26 de noviembre de 2006

Diluciones	27/nov	28/nov
10 ⁻⁴	482 UFC	515 UFC
10 ⁻⁵	92 UFC	74 UFC
10 ⁻⁶	9 UFC	9 UFC

Agua peptonada concentración 0.5 %

Muestra elaborada el 06 de octubre de 2006

Diluciones	08/oct	09/oct
10 ⁻⁴	801 UFC	Incontable
10 ⁻⁵	72 UFC	60 UFC
10 ⁻⁶	0 UFC	0 UFC

Muestra elaborada el 06 de octubre del 2006

Diluciones	10/oct	
10 ⁻⁴	INCONTABLE	
10 ⁻⁵	73 UFC	
10 ⁻⁶	15 UFC	

Calculo de número de microorganismos por g

De colonias X Inverso de la dilución

Diluciones	Colonias	# de microorganismos/g
10 ⁻⁴	106 UFC	1.6X10 ⁴
	414 UFC	4.14X0 ⁴
	365 UFC	3.65X10 ⁴
	400 UFC	4X10 ⁶
	432 UFC	4.32X10 ⁴
	489 UFC	4.89X10 ⁴
	536 UFC	5.36X10 ⁴
	550 UFC	5.55X10 ⁴
	558 UFC	5.58X10 ⁴
	449 UFC	4.49X10 ⁴
	576 UFC	5.76X10 ⁴
	489 UFC	4.89X10 ⁴
	536 UFC	5.36X10 ⁴
	570 UFC	5.7X10 ⁵
	557 UFC	5.57X10 ⁴
	482 UFC	4.82X10 ⁴

Diluciones	Colonias	# de microorganismos/g
10 ⁻⁵	41 UFC	4.1X10 ⁻⁵
	41 UFC	4.1X10 ⁻⁵
	36 UFC	3.6X10 ⁻⁵
	45 UFC	4.5X10 ⁻⁵
	92 UFC	9.2X10 ⁻⁵
	91 UFC	9.1X10 ⁻⁵
	112 UFC	11.2X10 ⁻⁵
	111 UFC	11.1X10 ⁻⁵
	109 UFC	10.9X10 ⁻⁵
	87 UFC	8.7X10 ⁻⁵
	91 UFC	9.1X10 ⁻⁵
	112 UFC	11.2X10 ⁻⁵
	84 UFC	8.4X10 ⁻⁵
	97 UFC	9.7X10 ⁻⁵
	92 UFC	9.2X10 ⁻⁵
	74 UFC	7.4X10 ⁻⁵
	72 UFC	7.2X10 ⁻⁵
60 UFC	6X10 ⁻⁵	
73 UFC	7.3X10 ⁻⁵	

Diluciones	Colonias	# de microorganismos/g
10 ⁻⁶	7 UFC	7X10 ⁻⁶
	7 UFC	7X10 ⁻⁶
	9 UFC	9X10 ⁻⁶
	11 UFC	11X10 ⁻⁶
	13 UFC	13X10 ⁻⁶
	13 UFC	13X10 ⁻⁶
	12 UFC	12X10 ⁻⁶
	13 UFC	13X10 ⁻⁶
	11 UFC	11X10 ⁻⁶
	7 UFC	7X10 ⁻⁶
	5 UFC	5X10 ⁻⁶
	9 UFC	9X10 ⁻⁶
	9 UFC	9X10 ⁻⁶
	15 UFC	15X10 ⁻⁶

Dilución	Blancas	Transparentes	# de microorganismos/g
10 ⁻⁴	251 UFC	284 UFC	2.51X10 ⁴ 2.84X10 ⁴
10 ⁻⁵	49 UFC	53 UFC	4.9X10 ⁵ 5.30X10 ⁵
10 ⁻⁶	6 UFC	8 UFC	6X10 ⁶ 8X10 ⁶
10 ⁻⁴	295 UFC	286 UFC	2.95X10 ⁴ 2.86X10 ⁴
10 ⁻⁵	47 UFC	45 UFC	4.7X10 ⁵ 4.5X10 ⁵
10 ⁻⁶	7 UFC	5 UFC	7X10 ⁶ 5X10 ⁶
10 ⁻⁴	277 UFC	283 UFC	2.77X10 ⁴ 2.83X10 ⁴
10 ⁻⁵	35 UFC	39 UFC	3.5X10 ⁵ 3.9X10 ⁵
10 ⁻⁶	3 UFC	4 UFC	3X10 ⁶ 4X10 ⁶

Dilución	Yogurt natural	# de microorganismos/g
10 ⁻⁴	1, 400 UFC 1, 454 UFC	14X10 ⁶ 14.54X10 ⁴
10 ⁻⁵	198 UFC 181 UFC	19.8X10 ⁵ 18.1X10 ⁵
10 ⁻⁶	20 UFC 19 UFC	20X10 ⁶ 19X10 ⁶

VARIABLE = MOOS

TRATAMIENTO

1	1.0600	1.1400	3.6500	4.0000	4.3200	4.8900
	5.3600	5.5500	5.5800	4.4900	5.7600	4.8900
	5.3600	5.7000	5.5700	4.8200	5.1500	8.0100
2	4.1000	4.1000	3.6000	4.5000	9.1000	11.2000
	11.1000	10.9000	8.7000	9.1000	11.2000	8.4000
	9.7000	9.2000	7.4000	7.2000	6.0000	7.3000
3	7.0000	7.0000	9.0000	11.0000	13.0000	13.0000
	12.0000	13.0000	11.0000	7.0000	5.0000	9.0000
	9.0000	15.0000				

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	232.482910		116.241455	20.2018 0.000
ERROR	47	270.439209		5.754026	
TOTAL	49	502.922119			

C.V. = 32.49 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	18	4.738890
2	18	7.933332
3	14	10.071428

Nota: Por cuestión de precisión en la computadora, los datos están modificados en 10^4

Crecimiento total

Se elaboraron nueve muestras de yogurt y cada una fue sembrada dos veces, la cantidad de colonias presentes se encontraron dentro del rango, es decir, no hubo mucha variación entre ellas.

Algunas colonias fueron demasiado grandes, que no se tomaron en cuenta porque ocupaban casi toda la caja petri.

El modelo estadístico utilizado, fue Diseño Completamente al azar, se compararon el número de microorganismos en cada dilución y se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Debido los resultados que se obtuvieron, se consideró conveniente hacer una comparación de medias, mediante las pruebas de rango múltiple y se utilizo la DMS con un valor de 0.01.

Con lo anterior se encontró que en los tratamientos 1 y 2 no existe diferencia en la cantidad de microorganismos presentes, a diferencia del tratamiento 3 el número de microorganismos es mayor

Crecimiento diferencial

Para identificar el tipo de microorganismos en el microscopio, se utilizo la técnica de tinción Gram. La cual consiste en:

1. Cristal violeta durante 30 segundos, aclarar con agua
2. Lugol yodo durante 1 minuto, aclarar con agua
3. Lavar con etanol-acetona durante 10-30 segundos, aclarar con agua
4. Zafrañina durante 30-60 segundos, aclarar con agua (Hooper y Greengood, 2000)

Al identificar el tipo de microorganismos en el microscopio, se sacaron varias muestras encontrando colonias en diferentes tamaños, pero se diferenciaron en:

BLANCAS. Este grupo esta representado por los *Streptococcus*, y la tonalidad fue ligeramente morado.

TRANSPARENTES. Aquí encontramos a los *Lactobacillus*, el color que mostraron fue morado.

Para identificar en que proporción se encontraban cada uno, se elaboraron tres muestras de yogurt de soya y se sembró dos veces cada una de ellas.

Al evaluar el crecimiento diferencial, se observó que el número de colonias presentes que conformaban cada uno de los grupos (*Streptococcus* y *Lactobacillus*) se encontraron en las mismas proporciones.

Comparación de los datos obtenidos con el yogurt normal

La cantidad de colonias encontradas en el yogurt de soya fue menor, en comparación a las hubo en el yogurt natural.

En cuanto a los microorganismos presentes, si se encontraron solo los que se buscaban, es decir, no hubo otro tipo de microorganismos.

Las proporciones fueron las que se esperaban.

V CONCLUSIONES

- Se evaluó el crecimiento microbiano total y diferencial en yogurt de soya y normal, encontrándose mayor crecimiento microbiano en este último.
- Se elaboró yogurt a partir de la soya
- Se evaluó el crecimiento total en el producto encontrándose que el tratamiento 3 presentó diferencias significativas comparado con los tratamientos 1 y 2 .Por lo tanto el tratamiento 3 es el más similar al yogurt normal.
- Se evaluó el crecimiento diferencial en el producto, hallándose la misma proporción de estreptococos y lactobacilos, 1/1.

VI BIBLIOGRAFIA

1. Chen S. 1993. Carta de Steve Chen. Taiwan
2. Golbitz P. 1991. Estimated based on Industry Survey. Soyatech
3. Le Lorier R. A., 2000 A. Estándares voluntarios sobre el etiquetado y composición de la leche de soya en Estados Unidos. Soyanoticias
4. Le Lorier R. A., 2000 B. Evaluación de la campaña promocional del aceite de soya en Costa Rica. Soyanoticias
5. Luquet M. F. 1991 Los Productos Lácteos Transformación y Tecnologías, segunda edición. Editorial ACRIBIA
6. Ministerio de Agricultura, Recursos Forestales y Acuícolas. 1991 Productos de Leche de Soya. Notificación 1281
7. Roberts D., Hooper W. y Greengood M., 2000. Microbiología Practica de los Alimentos. Editorial ACRIBIA, S.A. ZARAGOZA España
8. Tamime Y., Robinson R. K. 1991. Yogur Ciencia y Tecnología. Editorial ACRIBIA, S.A. ZARAGOZA España
9. Trimble, Henry. 1896. Re American J. of Pharmac
10. Wai S. P. 1964. Tofu. Pag 91-92
11. Wensha C. 1990. The origin dofu-When was it first made. At Robinson College, Cambridge, England
12. William S., Aoyagi, Akko. 1984. Soymilk Standards in a letter
13. <http://es.wikipedia.org/wiki/Fermentaci%C3%B3n>

14. http://echeverry82.blogspot.com/2006_02_01_echeverry82_archive.html
15. <http://sapiens.ya.com/cdeea/soja.htm>
16. <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/alimentos/soja.htm>
17. <http://www.educar.org/IndustriasAlimenticias/soja/index.asp>
18. <http://www.zonadiet.com/bebidas/yogurt.htm>
19. http://www.diodora.com/documentos/nutricion_soja.htm#_Toc42093399
20. http://www.asa-europe.org/SoyInfo/composition_sp.htm
21. http://www.saludalia.com/Saludalia/web_saludalia/vivir_sano/doc/nutricion/doc/soja.htm
22. <http://www.unavarra.es/genmic/metabolismo/05-respiracion%20y%20fermentacion.htm>
23. www.ecoportal.net
24. http://www.acenologia.com/figs64_ciencia1.htm