



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**"OPTIMIZACION DEL PROCESO TRADICIONAL DE LECHE DE
SOYA PARA LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO TIPO
YOGURT"**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN ALIMENTOS**

PRESENTAN:

**MARIO CASTILLO JUÁREZ
OLIVIA ZOILA GONZÁLEZ GONZÁLEZ**

ASESOR: I.B.Q LETICIA FIGUEROA VILLAREAL

CUATITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX

2006



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.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Optimización del proceso tradicional de leche
de soya para la elaboración de un producto
tipo yogurt

que presenta el pasante: Mario Castillo Juárez
con número de cuenta: 9212007-1 para obtener el título de :
Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 24 de Octubre de 2005

PRESIDENTE	<u>IBQ. Leticia Figueroa Villarreal</u>	
VOCAL	<u>IBQ. Saturnino Maya Ramírez</u>	
SECRETARIO	<u>MC. Ma. Eugenia Ramírez Ortiz</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>MC. Ma. Guadalupe Amaya León</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>MC. Julieta González Sánchez</u>	



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

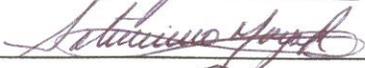
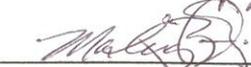
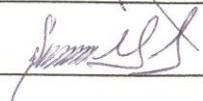
Optimización del proceso tradicional de leche
de soya para la elaboración de un producto
tipo yogurt

que presenta la pasante: Olivia Zoila González González
con número de cuenta: 9754251 - 7 para obtener el título de :
Ingeniera en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 24 de Octubre de 2005.

- PRESIDENTE IBQ. Leticia Figueroa Villarreal 
- VOCAL IBQ. Saturnino Maya Ramírez 
- SECRETARIO MC. Ma. Eugenia Ramírez Ortiz 
- PRIMER SUPLENTE MC. Ma. Guadalupe Amaya León 
- SEGUNDO SUPLENTE MC. Julieta González Sánchez 

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, por ofrecernos educación de calidad y abrir las puertas a todo aquel que desee conservar su autonomía.

A la FES- Cuautitlán por habernos permitido forjarnos en sus paredes y sobre todo por darnos la oportunidad de adquirir los conocimientos necesarios para desarrollarnos como profesionistas en conjunto con México.

A la profesora I.B.Q Leticia Figueroa Villarreal por el tiempo prestado para dirigir esta tesis.

A los profesores: Guadalupe Amaya, Saturnino Maya, Ma. Eugenia Ramírez y Julieta González por los sabios consejos y correcciones realizadas a este trabajo.

Mario y Olivia

***“La verdadera prueba de inteligencia .. es poder conservar simultáneamente en la cabeza dos ideas opuestas , y seguir funcionando. Admitir por ejemplo que las cosas no tienen remedio y mantenerse sin embargo decidido a cambiarlas”
(Scout Fitzgerald)***

Agradezco a mi madre que con su esfuerzo diario y en la dura lucha de la sobrevivencia tuvo las agallas para alentarme día con día.....

A mi padre que con su confianza y acertados consejos a mis aciertos y errores logro hacerme olvidar de lo duro que fue el camino.....

A mi hermanita Dra. Erika que con su coraje y sabiduría siempre fue un ejemplo para mi...te quiero.

A mi hermanito Sociologo Alejandro que con sus ideales y revolución interna siempre fue mi consejero...

A todos mis mis amigos: Damián, El Pepe, David, Xhurape, Ventura, Ixchel por esos momentos.

A Gabi por que tu amistad es algo inigualable...

A Carlos gracias por tu tiempo y tu eterna comprensión...

A Jerson que con todas nuestras desigualdades siempre estaremos en el camino...

A este ser humano con el que he compartido aventuras, desgracias, fortunas, logros, corajes, y por que en la calle codo a codo somos mucho más que dos....Te quiero Mario.

A la Universidad Nacional Autónoma de México:

Por abrirme una puerta para una formación profesional y así poder hacer un México más fuerte

A mis padres:

Por todo el cariño y apoyo para la realización de esta meta.

A mis hermanas:

Por su apoyo y confianza durante todo este tiempo.

A Stefani:

Por todo su amor y darle alegría a mi vida

A Carlos, Pato, Alfredo, Oscar, Luis, Abraham, Carmen, Alma, Aurora y Yasmín:

Por su cariño y amistad incondicional.

A Olivia:

Por el cariño y apoyo cuando fue necesario.

Mario Castillo Juárez

INDICE

INDICE DE TABLAS, DIAGRAMAS, FIGURAS Y GRAFICAS

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

CAPÍTULO I

1.1 Generalidades de la soya

1.1.1	La Soya – Historia.	1
1.1.2	Cultivo y Cosecha.	1
1.1.3	Producción mundial y nacional.	2
1.1.4	Morfología y composición química del frijol de soya.	6
1.1.5	Aspectos nutricionales y antinutricionales.	12
1.1.6	Productos derivados de la soya.	13

1.2 Tecnología de la leche de soya

1.2.1	Generalidades de la leche de soya.	18
1.2.2	Factores que afectan el consumo de leche de soya.	19
1.2.2.1	Sabor afrijolado.	19
1.2.2.2	Inhibidores de Tripsina.	22
1.2.2.3	Factores de flatulencia.	22
1.2.3	Proceso para la obtención de leche de soya.	23

1.3 Tecnología del yogurt de leche de soya

1.3.1	Generalidades del yogurt.	26
1.3.1.1	Definición de yogurt.	26
1.3.1.2	Clasificación de yogurt.	27
1.3.1.3	Especificaciones de yogurt.	27
1.3.2	Características del cultivo.	29
1.3.3	Yogurt de leche de soya.	31

1.4 Generalidades del maracuya

1.4.1	Producción de maracuya	33
1.4.2	Características del maracuya	34
1.4.3	Aporte nutritivo	35

CAPÍTULO II – MATERIALES Y MÉTODOS

2.1	Cuadro Metodológico.	36
2.2	Metodología Experimental.	36

CAPITULO III - RESULTADOS Y ANÁLISIS 61

CONCLUSIONES 84

BIBLIOGRAFÍA 86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción mundial de soya (TON).	3
Tabla 2. Producción estatal de soya en México.	5
Tabla 3. Variedades de Soya Cultivadas en México.	5
Tabla 4. Aporte nutritivo y composición Química del frijol de soya.	8
Tabla 5. Aminoácidos esenciales contenidos en la soya.	10
Tabla 6. Aminoácidos no esenciales contenidos en la soya.	10
Tabla 7. Principales azúcares presentes en la soya.	11
Tabla 8. Aplicaciones prácticas de la soya.	17
Tabla 9. Especificaciones fisicoquímicas del tipo I Y III .	28
Tabla 10. Especificaciones fisicoquímicas del tipo II.	28
Tabla 11. Especificaciones Microbiológicas.	29
Tabla 12. Especificaciones de cultivo.	30
Tabla 13. Prueba de aceptación de leche de soya.	48
Tabla 14. Descripción de parámetros físicos.	49
Tabla 15. Descripción de parámetros fisicoquímicos.	49
Tabla 16. Descripción de parámetros químicos.	50
Tabla 17. Formulaciones para la selección de sólidos y carbohidratos.	55
Tabla 18. Descripción de parámetros Fisicoquímicos.	57
Tabla 19. Prueba de aceptación de yogurt de leche de soya.	58
Tabla 20. Descripción de Técnicas para la determinación de Parámetros Químicos.	59
Tabla 21. Prueba de aceptación de yogurt de leche de soya con pulpa de maracuyá .	60
Tabla 22. Análisis organoléptico de la leche elaborada por el proceso tradicional.	61
Tabla 23. Análisis organoléptico de las leches elaboradas en la actividad 1.2.	63
Tabla 24. Calificaciones de la evaluación sensorial.	64
Tabla 25. Análisis a la leche de soya.	69
Tabla 26. Yogurt elaborado con 8% de sólidos totales.	72
Tabla 27. Yogurt elaborado con 10% de sólidos totales.	74
Tabla 28. Yogurt elaborado con 12% de sólidos totales.	76
Tabla 29. Análisis fisicoquímico del yogurt de leche de soya.	79
Tabla 30. Calificaciones de la evaluación sensorial.	80
Tabla 31. Análisis químico del yogurt de leche de soya.	81
Tabla 32. Calificaciones de la evaluación sensorial.	83

INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Producción Mundial de Soya.	3
Diagrama 2. Producción de Soya en México.	4
Diagrama 3. Composición química del frijol de soya.	7
Diagrama 4. Fotoquímicos importantes en la soya.	12
Diagrama 5. Procesos para la obtención de leche de soya.	25
Diagrama 6. Proceso tradicional de elaboración de leche de soya.	37
Diagrama 7. Elaboración de leche de soya con aplicación de dos blanqueados.	40
Diagrama 8. Elaboración de leche de soya con aplicación de un escaldado, dos blanqueados y un filtrado adicional.	42
Diagrama 9. Elaboración de leche de soya con un escaldado de bisulfito de sodio, descascarillado, y dos blanqueados y filtrado adicional.	44
Diagrama 10. Propagación del cultivo iniciador.	51
Diagrama 11. Proceso de elaboración de yogurt de leche de soya.	56
Diagrama 12. Degradación de glucosa.	75

INDICE DE FIGURAS

Figura. 1 Estructura de la planta de soya.	6
Figura. 2 Estructura de la semilla de soya.	7
Figura. 3 Composición de las diferentes secciones del grano de soya.	9

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Evaluación de la leche de soya	64
Grafica 2 Prueba sensorial de grado de aceptación a la leche de soya elaborada por el proceso 1.	66
Grafica 3 Prueba sensorial de grado de aceptación a la leche de soya elaborada por el proceso 2.	67
Grafica 4 Prueba sensorial de grado de aceptación a la leche de soya elaborada por el proceso 3.	68
Grafica 5. Valores de acidez durante la fermentación de yogurt de leche de soya al 8% de ST.	72
Grafica 6. Valores de pH durante la fermentación de yogurt de leche de soya al 8% de ST.	72
Grafica 8. Valores de acidez durante la fermentación de yogurt de leche de soya al 10% de ST.	74
Grafica 9. Valores de pH durante la fermentación de yogurt de leche de soya al 10% de ST.	74
Grafica 10. Valores de acidez durante la fermentación de yogurt de leche de soya al 12% de ST.	76

Grafica 11. Valores de pH durante la fermentación de yogurt de leche de soya al 12% de ST.	76
Grafica 12. Curva del descenso de pH durante la fermentación.	78
Grafica 13. Curva de producción de ácido láctico durante la fermentación.	78
Grafica 14 Prueba de grado de aceptación del yogurt de soya.	80
Grafica 15. Prueba de grado de aceptación del yogurt de soya sabor maracuyá .	82

RESUMEN

El presente trabajo de investigación pretende difundir la importancia del consumo de soya en nuestro país, desarrollando un producto tipo yogurt a base de leche de soya. Para llevar a cabo dicha investigación, como primer etapa se realizó una exhaustiva recopilación bibliohemerográfica para conocer los aspectos nutricionales, tecnológicos y socioeconómicos de dicha leguminosa.

La segunda etapa se basó en la aplicación de la tecnología para adecuar el proceso tradicional optimizando las condiciones para disminuir los problemas en la elaboración de leche de soya, tales como: sabor afrijolado, color oscuro. El yogurt se realizó con cultivos de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, puesto que la leche de soya no contiene lactosa, carbohidrato esencial para estimular el desarrollo de los microorganismos se adicionó un sustituto para llevar a cabo la fermentación ácido láctica. Una vez obtenido el yogurt se adicionó maracuya al 6% con el objetivo de mejorar la aceptación en el consumidor.

INTRODUCCION

Debido a la actual escasez mundial de los alimentos se buscan continuamente fuentes alternativas de proteínas, especialmente para los países en vías de desarrollo, como es el caso de México, en donde la desnutrición es un problema importante que afecta por lo menos a la mitad de nuestra población, tanto en las zonas urbanas como en las rurales y se agrava por falta de información adecuada, creando hábitos alimenticios nocivos es por esto que, resulta necesario promover el consumo de alimentos ricos en proteínas y económicos, tales como la soya. Puesto que esta leguminosa es relativamente abundante, barata y rica en proteínas se han llevado a cabo importantes esfuerzos encaminados a aprovecharla para la fabricación de productos más aceptables y apetecibles, tales como: leche, queso, yogurt, proteína texturizada, harina, etc.

La leche de soya es muy importante en la dieta tradicional de China. Este producto es una importante fuente de proteínas en muchos países en vías de desarrollo en los cuales la deficiencia de proteína es un grave problema, además la leche de soya no contiene lactosa por lo que es una alternativa para los intolerantes a este carbohidrato, tampoco contiene colesterol, y es baja en grasas saturadas, en comparación con la leche de origen animal.

El yogurt es probablemente el más antiguo de los productos lácteos fermentados conocidos y actualmente es considerado como un producto saludable. Puede elaborarse a partir de cualquier leche de buena calidad, tal es el caso del yogurt de leche de soya, el cual representa una buena alternativa para los intolerantes a la lactosa y cuyo valor nutricional es excelente.

La incorporación de la leche y derivados de la soya en la dieta del mexicano no son muy aceptables por el sabor que presentan, debido a esto es necesario desarrollar un producto que resulte agradable al paladar.

CAPITULO I – GENERALIDADES DE LA SOYA

1.1.1 La Soya - Historia

La soya ha sido cultivada en China por más de 5000 años. Considerada como la leguminosa más importante, la soya es originaria de las provincias del noroeste de China y de Manchuria.

Es una planta esencial para la civilización china y junto con el arroz, trigo, cebada y mijo uno de los cinco granos sagrados, (Claridades Agropecuarias 1998).

Las poblaciones del Extremo Oriente la han consumido cocida, fermentada o procesada industrialmente. Sin embargo en el mundo occidental, la soya no ha sido fácilmente aceptada debido a las diferentes costumbres de alimentación, (Kim, H., Jun X. 1999).

Hasta 1894 – 1895, la producción estaba localizada sobre todo en China y más tarde Japón comenzó a importar derivados de la soya para usarlos como fertilizantes. En 1940 son clasificados 280 tipos o variedades, obtenidas de China, Japón, India, Corea, Java y Taiwán. Después de la segunda guerra mundial se empieza a valorar la importante utilización de la planta como suministrador al mismo tiempo de aceite y proteínas.

En el siglo XX se observó una rápida expansión en la producción de esta leguminosa en países del resto del mundo. Como resultado los alimentos con soya se encuentran en infinidad de lugares, (Globitz, P. 1992).

A México llegó hace algunas décadas: sin embargo en su inicio se destinó únicamente a la alimentación de animales hasta que se descubrió su importancia nutricional.

1.1.2 Cultivo y cosecha

La fecha de cosecha es septiembre y octubre, sin embargo depende básicamente de la variedad plantada y está determinada por la caída de las hojas. La cosecha puede iniciarse cuando la humedad del grano haya bajado un 15% y se debe terminar con menos de 12 %.

Los métodos de cosecha pueden ser semi-manuales o mecánicos, por ser un cultivo generalmente extensivo, es casi generalizado el uso de la cosecha mecanizada. En pocos cultivos la cosecha tiene tanta importancia, como en la soya; es una labor que debe realizarse en el momento oportuno y con cuidadosa operación. La soya es más débil, estando entonces más expuesta al daño mecánico ocasionado por la cosechadora; este deterioro puede perjudicar su posterior conservación, disminuir su valor como semilla y reducir su calidad industrial.

El periodo de cosecha no es muy amplio, lo que obliga a una constante atención del productor. La condición de cosecha se manifiesta principalmente porque las hojas amarillean y se caen; los tallos se vuelven quebradizos y las vainas se abren con cierta facilidad si se les presiona con los dedos.

Las plantas adquieren un color parduzco-amarillento característico; cuando se escucha el sonido de los granos dentro de la vaina desprendidos, está lista la planta para ser cosechada. La declinación de la humedad es rápida después de la caída de las hojas, lo que obliga a una constante revisión del cultivo para realizar una cosecha oportuna.

Si la soya se cosecha cuando el grano contiene 13 o 14 % de humedad y no se va almacenar por mucho tiempo, deberá procurarse una adecuada aireación para evitar el ataque de insectos y hongos.

Si la soya se cosecha con más de 14 % de humedad del grano y se va a almacenar por largo tiempo, se debe recurrir al secado artificial.

1.1.3 Producción mundial y nacional

La producción de semillas oleaginosas en el mundo ha ocupado un importante lugar en la economía de los países productores. Gracias a éstas se pueden elaborar una amplia gama de productos destinados a la alimentación humana, y a la elaboración de materias primas para otros usos. Sin embargo, entre las oleaginosas, existen algunas que tienen mayor presencia en el mundo, debido al uso generalizado de ésta, los rendimientos que se obtienen y los precios que alcanzan. Un ejemplo claro de este tipo de semillas es la soya, la que ocupa el primer lugar en producción mundial, y en algunos países representa una importante fuente de ingresos por su venta al exterior.

Hoy en día, esa producción está concentrada principalmente en cuatro países, los cuales producen cerca del 88% de producción total mundial. Los cuatro países son: Estados Unidos, Brasil, Argentina y China, esto se debe a la mayor superficie de soya, el buen manejo del cultivo y el clima favorable, el aumento de la superficie de soya se debe principalmente a los precios internos durante el período de planificación con relación a los cultivos alternativos. Las perspectivas para la cosecha de soya en 2002 son muy favorables. En el continente americano el porcentaje de soya producida actualmente corresponde a un 82% del porcentaje total mundial y un 16% a Asia (Tabla 1), (www.adital.org).

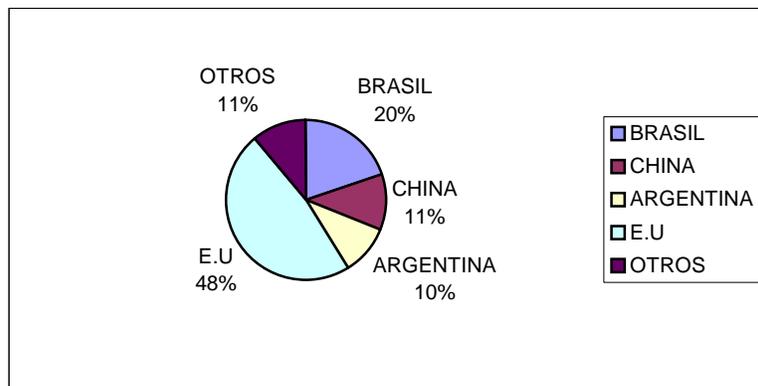
Tabla1. Producción mundial de soya (TON)

PAIS	2001	2002	2003
El Salvador	2.500,00	2.500,00	2.500,00
Guatemala	29.937,00	32.000,00	31.400,00
Honduras	3.000,00	2.900,00	2.900,00
México	102.314,00	121.671,00	127.000,00
Nicaragua	6.420,00	4.150,00	4.091,00
USA	75.055.288,00	78.671.472,00	73.201.392,00
Brasil	32.734.958,00	37.683.100,00	41.903.000,00
Argentina	20.206.600,00	26.737.000,00	30.200.000,00
China	15.411.495,00	15.450.328,00	16.900.328,00
Mundial	161.381.570,00	176.506.154,00	179.976.205,00

FAO, 2003

Los principales países productores destinan importantes montos de recursos para apoyar su producción, dejando a segundo término otras como el girasol, el ajonjolí, etc.

Diagrama 1. Producción Mundial de Soya.



FAO, 2003.

Estados Unidos, produce cerca del 50% de la producción total mundial de frijol soya. Esto gracias a los distintos programas instrumentados, aunados al uso de mejores técnicas de cultivo, el empleo de semillas mejoradas, la aplicación de fertilizantes, lo que ha propiciado que este país ocupe el primer lugar como productor de frijol de soya.

Registra una producción promedio anual de 73 millones de toneladas, lo que representa 48% del total mundial.

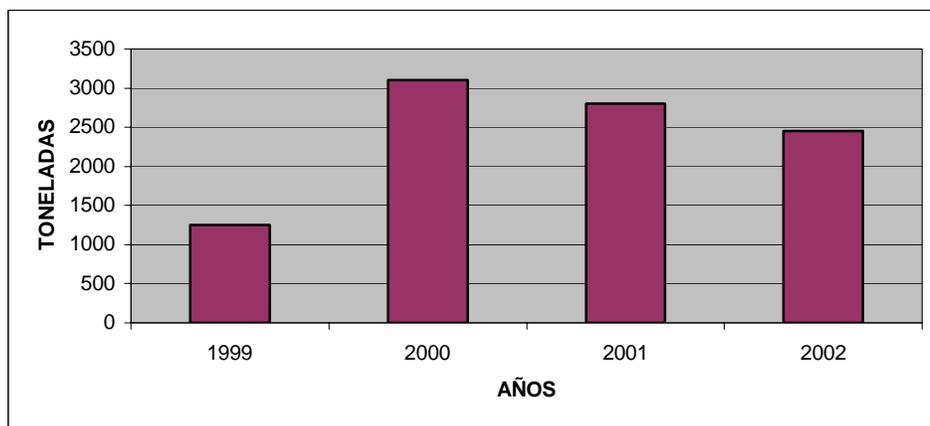
Brasil, ha alcanzado una producción en los últimos cinco años, en promedio anual, de 41.9 millones de toneladas, lo que representa alrededor de 19.6% del total mundial.

La producción de frijol de soya en China en los últimos cinco años se ha colocado en un promedio anual de 16.9 millones de toneladas, lo que representa 10.8% del total mundial.

Argentina, produjo en los últimos cinco años, en promedio anual, 30.2 millones de toneladas, lo que representó el 9.9% del total mundial, (Khee, C.1993).

La producción comercial de soya en nuestro país inicia a partir de los años sesenta, periodo durante el cual mostró un rápido crecimiento. La primera mitad de la década de los noventa, presenta una drástica caída en la producción, a tal grado que se asemeja en mucho a los niveles productivos obtenidos durante la segunda mitad de los setenta. (Diagrama 2)

Diagrama 2. Producción de Soya en México.



SAGARPA, 2003

La producción nacional de México representa en promedio el 40% del consumo total y la diferencia se importa de USA, Brasil y Argentina.

A nivel nacional, se distinguen esencialmente dos zonas productoras: la norte que incluye al principal productor Tamaulipas y Sinaloa; y la Sur en la que se distingue al 2° productor nacional, Chiapas que pese a tener cultivos temporales, su contribución es significativa en esta zona, otro estado con siembras de temporal, que ha tenido una particular importancia es San Luis Potosí, (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991). (Tabla 2).

Tabla 2. Producción estatal de soya en México.

ESTADO	PRODUCCIÓN (TON)
Chiapas	21696.72
San Luis Potosí	6319.01
Sinaloa	10921.72
Tamaulipas	41525.2
Veracruz	4263.2

SAGARPA, 2003.

De acuerdo a datos de la Asociación Americana de la Soya, se calcula que existen más de 3,000 variedades de esta semilla en todo el mundo, que se diferencian de acuerdo al uso que se les de. Tan sólo para México se estiman más de 100 variedades; sin embargo, las principales variedades de semilla certificada que se producen se muestran en la tabla 3:

Tabla 3. Variedades de Soya Cultivadas en México

Tatabiate
Hill
Hood
Laguna 65
Tapachula
Lee

Revista pan, 1997 Vol. 56.

1.1.4 Morfología y composición química del frijol de soya.

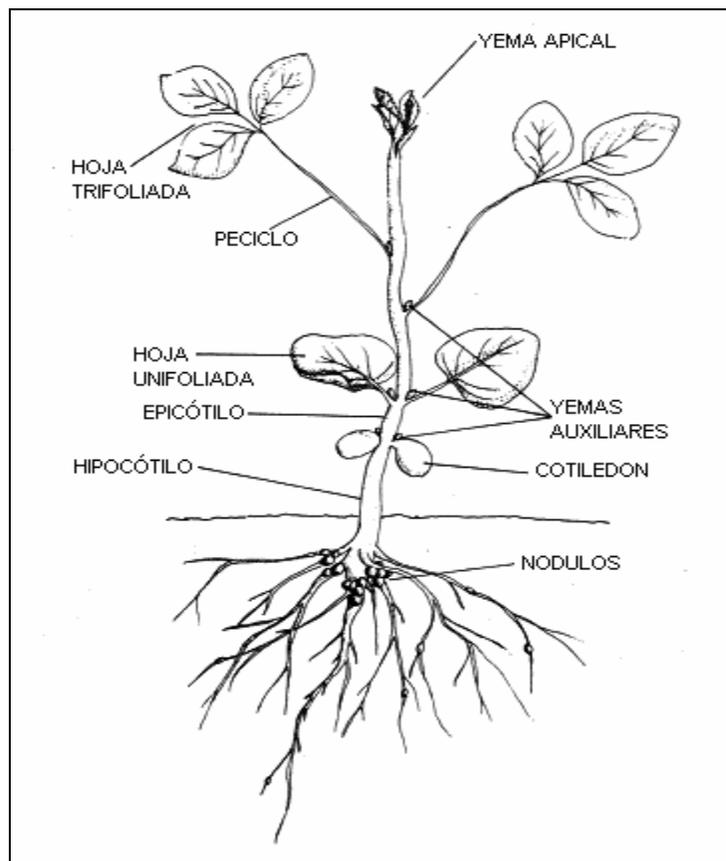
Morfología

El nombre botánico de la soya es *Glycine Max*, y es un cultivo anual cuya planta alcanza generalmente una altura de 80 cm, produce un frijol que si va a ser procesado comercialmente deberá ser en su mayoría de color amarillo o beige y tener un diámetro de 0.7 cm.

Las semillas se forman en vainas de color verde, amarillo grisáceo, o amarillo pardo durante la maduración. Dichas vainas miden de 4 a 6 cm. de longitud, cada una de las cuales contiene de 1 a 3 semillas. Su forma varía desde casi esférica o achatada y alargada, de color verde, gris, pardo o negra.

La planta está constituida de tallo (el cual se encuentra recubierto por una pelusa de color pardo grisáceo muy fina y espesa), hojas (cotiledonales, unifoliadas, tricoliadas y los profilos), las cuales comienzan a tomar un color amarillo al llegar a la maduración y caen antes de que las vainas estén maduras, las flores generalmente son de color blanco o violeta, (figura 1).

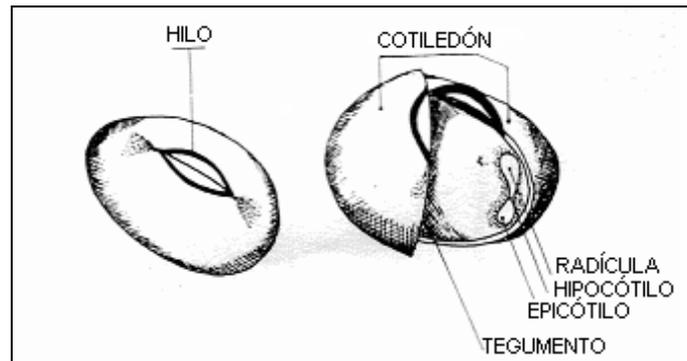
Figura. 1 Estructura de la planta de soya



Venturi, G. 1998.

La semilla está formada esencialmente por dos partes: el tegumento seminal y el embrión. El embrión esta formado por: la radícula, el hipocotilo y el epicotilo; sobre la semilla es visible el hilum alargado y más oscuro, figura 2, (Claridades Agropecuarias 1988).

Figura. 2 Estructura de la semilla de soya.

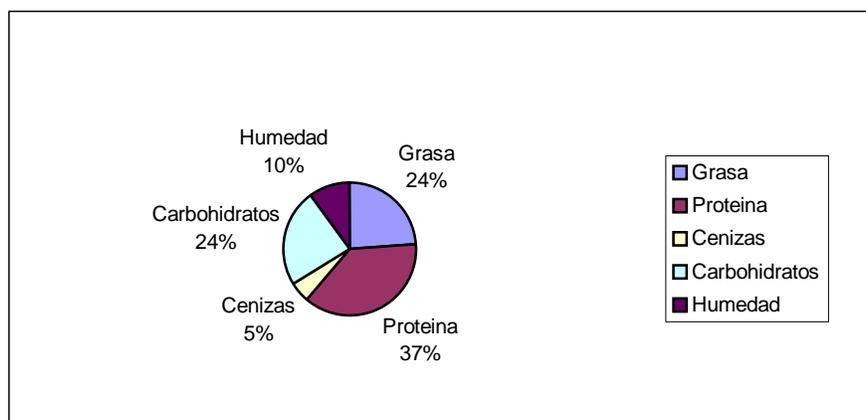


Venturi, G. 1998.

Composición química

Los alimentos son sistemas acuosos compuestos de carbohidratos, grasas, minerales, vitaminas y proteínas, los cuales contienen suficiente material nutritivo que permite suministrar la cantidad necesaria para un funcionamiento normal del organismo. Como sucede con la mayoría de los alimentos provenientes del campo, la composición química de la soya (Diagrama 3), así como el aporte nutritivo (Tabla 4) depende de muchos factores, tales como el tipo de suelo, la irrigación, la fertilización, la temperatura ambiental, etc.

Diagrama 3 Composición química del frijol de soya



Revista pan ,1997 Vol. 56.

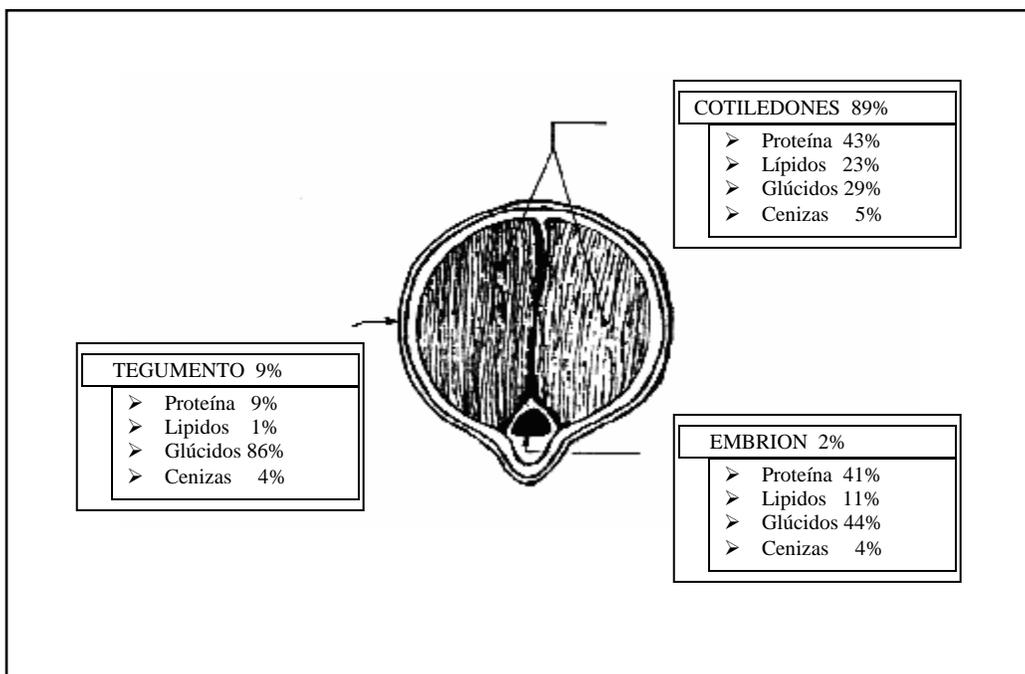
Tabla 4. Composición Química y aporte nutritivo del frijol de soya.

	% sobre el total
Calorías.....	331
Agua.....	9.0
Proteína.....	34.9
Grasa.....	18.1
Lecitina.....	0.5
Carbohidratos	33.4
Celulosa..... 6.8 %	
Almidón..... 4.3 %	
Dextrina..... 6.2 %	
Azúcares no cristalizados..... 10.6 %	
Resinas 5.5 %	
Minerales	4.5
Calcio..... 227 mg	
Fósforo..... 586 mg	
Hierro..... 8 mg	
Potasio..... 1900 mg	
Sodio..... 4 mg	
Vitamina A..... 140 U.I	
Vitamina C..... Trazas	
Vitamina D..... Trazas	
Vitamina B1..... 1.07 mg	
Vitamina B2..... 0.30 mg	
Vitamina B3..... 2.30 mg	
Colina..... 340 mg	
Ácido Pantotánico..... 1.8 mg	
Vitamina K..... 0.19 mg	
Vitamina E..... 0.20 mg	

Venturi, G 1998

Anatómicamente la semilla de soya está constituida por tres fracciones: la cascarilla, el hipocotilo y el cotiledón que se encuentran en una proporción aproximada de 2, 8 y 90%, respectivamente, (Badui, D. S. 1993). El componente de mayor concentración es sin duda la proteína, la cual se encuentra almacenada en los cotiledones (figura 3).

Figura. 3 Composición de las diferentes secciones del grano de soya.



Venturi 1998.

Durante años y en varios países se ha considerado la principal fuente de proteína vegetal, pues contiene una gran cantidad de aminoácidos indispensables aproximándose a las normas establecidas por la FAO, como se muestra en las Tablas 5 y 6.

Tabla 5. Aminoácidos esenciales contenidos en la soya

AMINOÁCIDOS ESCENCIALES	NORMA FAO (g/16 g N)	SOYA (g/16 g N)
Cisteína	4.2	1.3
Isoleucina	4.2	4.5
Leucina	4.8	7.8
Lisina	4.2	6.4
Metionina	2.2	1.3
Fenilalanina	2.8	4.9
Treonina	2.8	3.9
Triptofano	1.4	1.3
Tirosina	2.8	3.1
Valina	4.2	4.8

Soroa y Pineda, 1980.

Tabla 6. Aminoácidos no esenciales contenidos en la soya.

AMINOÁCIDOS NO ESCENCIALES	SOYA g/16 g N
Arginina	8.2
Histidina	2.7
Serina	5.6
Ácido glutámico	19.7
Ácido aspártico	11.8
Glicina	4.4
Alanina	4.5
Prolina	6.2

Soroa y Pineda 1980.

Sin embargo, está limitada en su contenido de metionina y cisteína, aunque es abundante en lisina. Esta proporción de aminoácidos es muy valiosa porque al combinarse con cereales se complementan generando una proteína de excelente calidad, (Globitz, P.1995)

La grasa de la soya se extrae en forma de aceite, cuyo contenido de grasas saturadas es bajo en comparación a las grasas de origen animal (como manteca de cerdo). Contiene ácidos saturados: 11% de ácido palmítico, 4% esteárico, y ácidos insaturados: 23% oleico, 8% de linolénico y 54% de linoleico, (ácido graso esencial para el crecimiento normal de la piel); otro compuesto de interés en la grasa de soya son los tocoferoles (0.15 – 0.21 %). Con esta composición única el aceite de soya es adecuado para la salud y es una fuente excelente de ácidos grasos indispensables, (Globitz, P.1995).

El aceite de soya es un aceite vegetal nutritivo y saludable, debido a su gran proporción de ácidos grasos poliinsaturados.

En cuanto a carbohidratos, la soya contiene aproximadamente una tercera parte, las hojuelas desgrasadas contienen aproximadamente el 10.6% del azúcar soluble total.

Los principales azúcares se encuentran en el cuadro siguiente: (Tabla 7)

Tabla 7. Principales azúcares presentes en la soya.

Sacarosa (Disacárido)	5%
Estaquiosa (Tetrasacárido)	3.8%
Rafinosa (Trisacárido)	1.1%

Revista pan ,1997 Vol.56.

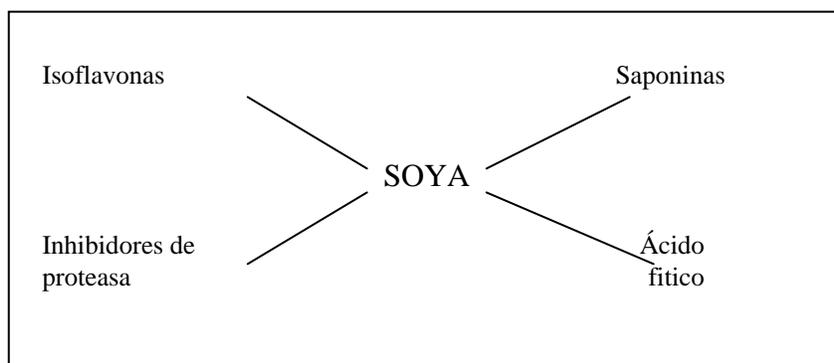
También están presentes en trazas la glucosa, fructuosa, y galactosa. La rafinosa y estaquiosa son oligosacaridos que los humanos no metabolizan y consecuentemente, pasan hacia el intestino grueso. La microflora intestinal fermenta a dichos compuestos produciendo gas, por consiguiente el fenómeno de flatulencia. (Revista pan 1997 Vol. 56).

La soya también contiene diferentes cantidades de vitaminas y minerales, dependiendo del estado de maduración, aunque en general los productos de soya no son fuentes abundantes de estos nutrimentos, (Ver Tabla 4).

1.1.5 Aspectos nutricionales y antinutricionales de la soya y sus productos

La soya es una rica fuente de fotoquímicos (Diagrama 4). Muchos de estos compuestos tienen efectos positivos importantes sobre la salud de los humanos; gran parte del interés en los beneficios de la soya para la salud surgió por sus efectos sobre una disminución del colesterol, cardiopatías y aterosclerosis, y su asociación con un riesgo menor de varios tipos de cáncer en particular de mama y próstata. Sin embargo, en 1999 la lista de aplicaciones se expandió considerablemente y hoy en día la soya tiene un papel en el tratamiento de varios aspectos de la salud de la mujer en los periodos posmenopáusicos (bochornos, osteoporosis y trastornos cognoscitivos), algunos trastornos renales fibrosis quística, enfermedades inflamatorias e inmunológicas, hipertensión y trastornos genéticos. (Globitz, P.1995)

Diagrama 4. Fotoquímicos importantes en la soya



Liener, I. 1995

Isoflavonas.

Gran parte del reciente interés en la soya se debe a la presencia única de isoflavonas, las isoflavonas se definen como fitoestrógenos, es decir sustancias que inducen el celo en los animales. En la soya están presentes dos tipos de isoflavonas la genisteína y la diadzeína que son los compuestos a los cuales se les atribuye un alto poder anticáncer. La genisteína ha demostrado una gran variedad de actividades biológicas que la hacen un buen candidato para actuar como agente quimiopreventivo natural, siendo probada actualmente con el fin de desarrollar medicamentos seguros y efectivos para el uso humano como protector natural contra el cáncer, (Khee, C.1993). El total de las isoflavonas de la semilla 80-90% es localizado en los cotiledones aparentemente debido a que los cotiledones existen en mayor proporción en la semilla.

Saponinas

Se les da el nombre de saponinas (sapo = jabón) a un grupo de glucósidos que se disuelven en agua y disminuyen la tensión superficial de ésta, por lo tanto al sacudir sus soluciones se forma una espuma abundante y relativamente estable, (Liener, I.E. 1995).

Inhibidores de proteasa

Son sustancias que poseen la habilidad de inhibir la actividad proteolítica de ciertas enzimas tripsina y quimiotripsina. Los principales inhibidores de proteasa son el inhibidor de tripsina de Kunitz y de quimiotripsina Browman-Birk. El inhibidor de tripsina es el factor antinutritivo más importante de la soya debido a que está presente en grandes cantidades; causa una reducción del crecimiento por que afecta la digestión de proteínas. Afortunadamente los inhibidores de tripsina son sensibles al calor y se pueden eliminar hasta niveles aceptables, mediante la aplicación de temperaturas cercanas a los 90°C, (Liener, I.E. 1995).

Ácido fítico

Es abundante en cereales y legumbres en donde cumple funciones como antioxidante, protegiendo y preservando las semillas las cuales pueden permanecer viables por un largo tiempo. El contenido depende de la variedad condiciones de crecimiento. El rango del contenido de ácido fítico en variedades de soya es de 1-1.47% base seca.

1.1.6 Productos derivados de la soya

Una gran variedad de productos de proteína de soya se encuentran disponibles en el mercado nacional. La industria de alimentos cuenta con una gama de productos de soya diferentes en composición, diferente color, sabor, eficiencia proteica, solubilidad, digestibilidad, granulometría, textura y muchas otras características, lo que permite una correcta selección de productos para obtener los atributos funcionales y nutricionales deseados.

Actualmente en México se producen harinas, proteínas de soya texturizada, salsa de soya, leche de soya en polvo, y aceites. La industria mexicana que procesa la soya ha crecido considerablemente. México también importa otro tipo de productos no procesados en el país como son: los aislados, concentrados de proteína de soya y algunos alimentos. La proteína de soya está modificando la formulación y comercialización de diferentes productos alimenticios, (Globitz, P.1995)

A continuación se describen los productos derivados de la soya:

a) Productos proteicos de soya

- Pasta de soya desengrasada
- Sémola de soya desengrasada
- Harina de soya desengrasada
- Harina de soya integral
- Harina de soya texturizada
- Concentrados de soya
- Proteínas aisladas de soya
- Fibra de soya

Los productos modernos con proteína de soya incluyen la harina, concentrados, aislados y texturizados de soya. La harina es el producto de menor procesamiento simplemente se elabora con la molienda de la pasta desengrasada o del frijol descascarillado.

Los concentrados de proteína de soya, las cuales contienen no menos del 65% de proteína en base seca, son procesados de diferentes maneras.

1. Lixiviación ácida (a un pH de 4.5)
2. Mezcla con alcohol acuoso
3. Desnaturalización de las proteínas con calor húmedo previa a la extracción con agua.

Los concentrados neutralizados preparados por lixiviación ácida tienen un mayor contenido de proteína soluble en agua que aquellos preparados por los otros dos métodos.

El aislado de proteína de soya, se produce con la extracción alcalina de la harina seguida por la precipitación en un pH ácido. Es el producto de proteína de soya más refinado debido a la remoción tanto de hidratos de carbono solubles como insolubles por lo que su contenido de proteína es del 90%.

Los texturizados, se elaboran por extrusión termoplástica de la harina de soya o concentrados de soya incluyendo panificación productos lácteos, cárnicos, cereales para desayunos bebidas y formulas infantiles, funcionan principalmente como antioxidantes, blanqueadores y agentes emulsificantes para batido, (Venturi G. 1998).

b) Aceite de soya crudo:

- Aceite para cocina y ensaladas
- Margarina
- Aceite de soya industrial
- Glicerol
- Ácidos grasos
- Lecitina
- Esteroles
- Tocoferoles

El aceite de soya es un aceite de soya vegetal líder. Es nutritivo y saludable debido a su gran proporción de ácidos grasos poliinsaturados. Es sometido a un proceso de refinamiento para remover las impurezas y subsecuentemente se hidrogena para incrementar su grado de saturación. Sus aplicaciones son múltiples en la industria de alimentos ya que no confiere sabores ni olores a los alimentos. Adicionalmente a esto al ser un aceite vegetal no contiene colesterol, (Venturi G. 1998).

c) Alimentos de soya no fermentados

Los chinos desarrollaron un gran número de alimentos de soya tradicionales a través de los siglos y que actualmente se consumen. Estos alimentos usualmente son clasificados en dos categorías fermentados y no fermentados.

Los alimentos de soya no fermentados tradicionales incluyen:

- Frijol de soya verde fresco: Puede ser consumida como verdura.
- Frijol de soya entero seco: Es necesario remojarlo y cocinarlo
- Harina de soya integral: En bajas concentraciones mejora el color de la harina de trigo en la elaboración de pan ya que tiene un efecto blanqueador en los carotenoides de la harina de trigo, dando como resultado una miga más blanca en el pan terminado. Por otra parte la harina de soya es usada para fortificar la harina de trigo en la elaboración de pan mejorando el color de la costra.
- Leche de soya y productos de leche de soya: Uno de los métodos más sencillos para convertir la soya en un alimento altamente proteínico es extraer o moler los granos con agua, a fin de producir una bebida conocida como leche de soya, la cual ha servido de alimento básico en el oriente durante muchos siglos.

- Tofú: Es un producto que se prepara a partir de soya caliente (la materia prima es el frijol de soya) con ayuda de un agente coagulante la albúmina coagula es separada de la parte líquida y después es prensada.
- Okara: Es un derivado de la leche de soya ya que se obtiene después de colarla contiene cerca de 80% de agua. En la actualidad se han hecho varios intentos en ocupar el okara como alimento para consumo humano y animal.
- Yuba: Al ser calentada la leche de soya se forma una capa en la superficie llamada yuba. Es muy utilizada en la cocina asiática y en occidente puede obtenerse de forma seca o congelada.

d) Los alimentos de soya fermentados tradicionales incluyen:

- Tempeh: El tempeh es producido a partir de frijoles tiernos de soya cocidos, incubados por el hongo de la especie *Rhizopus oligosporus* durante 24 hrs. o menos. Se caracteriza por su buen sabor y textura; no contiene colesterol y un bajo contenido de grasas especialmente grasas saturadas lo cual hace fácil su digestión.
- Miso: Para elaborar miso los frijoles enteros son lavados, remojados y cocinados, luego se mezclan con algún grano como arroz, cebada o frijol de soya que se fermenta con *Aspergillus oryzae* o *Aspergillus sojae* y se forman trozos de koji. La mezcla es incubada y fermentada y se tiene como resultado una masa madura sazonada. Estos ingredientes se combinan con sal y un cultivo de moho y son almacenadas en tanques de madera de cedro para su fermentación.
- Salsa de soya: Este sabroso sazonador existe actualmente en una gran variedad de formas incluyendo las bajas en sodio y salsas listas para cocinar con diferentes sabores.
- Natto: Es elaborado por la inoculación de frijoles con *bacillus natto*, e incubado de 10 a 11 hr. Es una rica fuente de proteínas de origen vegetal que puede incorporarse en la dieta, (Globitz, P. 1995).

Las aplicaciones de la soya se observa en la tabla 8

Tabla 8. Aplicaciones prácticas de la soya.

PRODUCTO DERIVADO	APLICACIONES
Soya entera	Se puede preparar en sopas, ensaladas, estofados y en recetas típicas de diferentes culturas.
Soya tostada	El sabor es dulce, crujiente, parecido al del cacahuete. Disponible tostado, seco o en aceite.
Leche de soya	Libre de lactosa, con o sin sabor se emplea como sustituto de leche de vaca.
Aislado de proteína de soya	Se encuentra en muchos productos comerciales como emulsificante y para brindar viscosidad.
Harina de soya	Soya tostada y molida hasta tener un polvo fino, entera en grasa o desgrasada. Añade humedad a los productos y brinda estabilidad en las emulsiones.
Proteína texturizada de soya	Harina de soya comprimida, reemplaza total o parcialmente a la carne.
Concentrados	Se aplica en alimentos empacados tales como: hamburguesas congeladas, salchichas, sustitutos de carne y queso de soya. Para aumentar el sabor
Tofu	Disponible como tofu firme, suave y extra-suave. Se usa en frituras, sopas, malteadas y pasteles.
Miso	Se usa como condimento para dar sabor a sopas, salsas y aderezos.
Tempeh	Pastel de soya con un sabor ahumado se puede untar en pan mezclado.

ASA, México 2002.

TECNOLOGÍA DE LA LECHE DE SOYA

1.2.1 Generalidades leche de soya

La desnutrición por falta de proteínas es uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta una gran parte de la población mundial. Dado a que ya no hay tanta disponibilidad de fuentes de proteína tradicionales como la leche 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. Aunque en términos generales la proteína vegetal es de menor calidad que la de origen animal, es mucho más económica debido a que se obtienen mayores rendimientos. 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, 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, (Nelson, I.A, Steinbrig M.P.1978). La patente para la producción de leche de soya fue otorgada en 1910 en gran Bretaña, y la primera planta de leche de soya se estableció en Shangai, 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, (Khee, C.1993).

Actualmente existen tres tipos de leche de soya:

1. Leche de soya concentrada: utilizada principalmente para elaborar queso, tiene bajo contenido de agua. Para su preparación se utilizan de cinco a seis partes de agua por cada parte de frijol de soya, con esta relación se tiene un producto con 11% de sólidos y una consistencia espesa y homogénea.
2. Leche de soya similar a la leche de vaca: Para su elaboración se utilizan de 8 a 8.5 partes de agua por cada parte de soya. Esta bebida contiene de 3.3 a 3.6% de proteína, de 7.4 a 8.0% de sólidos y alrededor de 2.1% de grasa. Puede observarse que no hay gran diferencia con respecto a los estándares que indican que la leche de vaca contiene de 3.3 a 3.5% de proteína.

3. Leche de soya diluida: Es un producto excelente para usarse como bebida en países en donde el costo y disponibilidad de alimentos proteínicos son factores importantes, tal es el caso de México. Para su elaboración se utilizan diez partes de agua por una de soya, puede ser usada en bebidas refrescantes y contiene 2.7% de proteínas 6% de sólidos y 1.5% de grasa.

La leche de soya y sus derivados podrían 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 y la lactosa de la leche. Normalmente, las personas que no toleran la lactosa pierden su capacidad de metabolizarla debido a que pierden actividad las enzimas intestinales, (lactasa), 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. Al utilizar la leche de soya podríamos evitarnos todos estos problemas, (Pérez, A. 1985).

1.2.2 Factores que afectan el consumo de la leche de soya

Existen problemas inherentes al uso de la soya, que hay que solucionar a fin de producir una leche de soya de buena calidad, por ejemplo:

- La eliminación del sabor afrijolado.
- La inactivación de factores biológicamente activos como los inhibidores de la tripsina
- La eliminación de azúcares responsables de la flatulencia.

1.2.2.1 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. Sin embargo, 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 tener sabor a frijol, amargo y deberá tener un sabor agradable de cereal.

Como es sabido, la lipoxigenasa presente en el frijol de soya crudo, es la responsable de que aparezca el sabor afrijolado en la leche de soya, un gran número de compuestos con poco peso molecular se empiezan a formar tan pronto como la enzima lipoxigenasa, comienza a actuar sobre los ácidos grasos naturales de la soya. Esto ocurre durante el rompimiento celular en presencia de

agua y aire. Al mezclar las enzimas y substratos en un medio acuoso, la lipoxigenasa cataliza la oxidación de los ácidos grasos insaturados mediante oxígeno molecular. Según la literatura, la enzima sirve específicamente para los ácidos grasos poliinsaturados que contiene al grupo cis, cis-pentadieno-1,4, como los ácidos linoléico, linolénico y araquidónico. Para transformarlos en hidroperóxidos. Estos hidroperóxidos se descomponen para producir el sabor afrijolado o componentes del sabor, tales como: ceto-vinil-eti-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, (Liu, K. 2001).

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

Métodos que se han desarrollado para eliminar el mal sabor de la leche de soya.

Descascarillado: Muchos productores descascarillan la soya en un esfuerzo para mejorar el sabor de la leche, pero otros han encontrado que la soya entera produce el mejor sabor en el producto final.

Remojo en álcali: El remojo y/o blanqueo de los frijoles de soya en una solución álcali (0.5% NaHCO₃) ayuda a mejorar el sabor de la leche, eliminando los azúcares responsables de la flatulencia y acortando el tiempo de cocción.

Blanqueo: Es empleado bicarbonato de sodio de 0.25 a 0.5 % en el agua de remojo/ blanqueo, en donde la soya se sedimenta en agua y luego se escurre, obteniéndose leche de soya con poco sabor afrijolado.

Molienda en caliente: La molienda en caliente de soya entera hervida con agua en ebullición (o vapor) produce una suspensión de soya que se encuentra a una temperatura de 80°C. o más y manteniendo la suspensión a esta temperatura durante 10 minutos, hace que se inactive completamente la lipoxigenasa, evitando, de esta manera, la formación del indeseable sabor afrijolado y dando como resultado una leche de soya con sabor suave.

Deodorización al vacío: Los aldehídos y las cetonas causantes del sabor afrijolado, son en parte volátiles; por lo cual, es posible eliminarlas, hasta cierto punto, mediante técnicas de desodorización

al vacío por vapor. Una parte de estas sustancias no es volátil; por consiguiente, cierto sabor desagradable permanece aún después de aplicada una desodorización exhaustiva. Por otra parte, la desodorización es un proceso costoso que implica elevados consumos de energía.

Hidratación rápida, cocimiento hidrotérmico y método UHT: También se puede mejorar el sabor de la leche de soya al poner en suspensión harina de soya en agua caliente, minimizando el tiempo de contacto con el agua, pasando después a la cocción hidrotérmica a 154°C por espacio de 30-40 segundos. Otra manera de hacer más agradable el sabor de la leche de soya es por el método de esterilización a temperatura ultra-elevada (UHT) mediante la inyección de vapor a la leche de soya a 140°C por espacio de 4 segundos.

Ultrafiltración. A fin de producir una leche de soya suave, los pequeños componentes moleculares pesados (lipoxigenasa, inhibidores de tripsina, aldehídos, cetonas, alcoholes, factores de flatulencia, minerales, péptidos, amino ácidos, etc.) pueden eliminarse de los extractos de la soya, usando tecnología de ultra filtración.

Uso de harina de soya desgrasada: La eliminación del aceite de soya, es una medida preventiva para la reacción de la lipoxigenasa, produciendo una leche de soya de sabor agradable. La leche de soya formulada con harina desgrasada con 2% de sacarosa y 2.5% de aceite de soya refinado, resulta tan buena como la leche de vaca.

Uso de concentrados y aislados de proteína de soya: Una leche de soya aceptable puede ser preparada simplemente con aislados y concentrados de proteína de soya, agregando agua, emulsificante, aceite vegetal refinado, edulcorante, saborizantes, vitaminas y minerales. La leche de soya preparada de esta forma no contiene a los azúcares responsables de la flatulencia y además otorga un mejor sabor, parecido al de cereal cocido.

Enmascaramiento del sabor: El sabor a frijol de leche de soya puede ser reducido y su sabor mejorado agregando saborizantes y edulcorantes tales como la vainilla, leche, huevo, chocolate, miel, etc, (Khee, C.1993).

El uso de cultivos de soya especiales para el control de sabor afrijolado: Con base en las desventajas de los métodos convencionales para disminuir el sabor afrijolado se ha intentado la eliminación genética de la lipoxigenasa en las semillas, técnica que parece ser muy prometedora. En términos generales la soya contiene tres tipos de lipoxigenasa. Dichas isoenzima se conocen como L-1, L-2 y L-3. En 1993, variedades de soya totalmente ausentes de las tres isoenzimas de

lipoxigenasa fueron traídas de Japón. Este cultivo ha demostrado ser eficiente en la reducción de la actividad de isoenzimas en las semillas y también ha controlado el desarrollo del sabor en productos terminados, (Liu, K. 2001).

1.2.2.2 Inhibidores de tripsina.

La desactivación de inhibidores de tripsina es un paso de gran importancia para la elaboración de un producto de soya, que sea nutritivo y digerible. Es decir el páncreas secreta tripsina, la cual es una sustancia necesaria para la digestión de las proteínas. Los inhibidores de tripsina, presentes en la soya cruda, actúan como anticuerpos para contrarrestar los efectos de la tripsina producida por el páncreas; por consiguiente, si se consumiera una leche elaborada con granos crudos de soya, lo más probable es que el organismo humano sólo pudiera digerir de un 10 a 15% de todas las proteínas.

Afortunadamente, los inhibidores de tripsina son sensibles al calor y se pueden eliminar hasta niveles aceptables de un 85% mediante la aplicación de temperaturas cercanas a los 90°C, durante el lapso de una hora. Los mismos resultados se logran aplicando temperaturas de 120°C, durante 90 segundos aproximadamente.

El calor y tiempo aplicado en la desactivación de los inhibidores de tripsina destruyen, de manera paralela, la mayor parte de la lipasa, la cual, en la lenta oxidación de las grasas en el producto ya empacado afectaría considerablemente el sabor del alimento, (Wilson J.C. 1990).

1.2.2.3 Factores de flatulencia

La soya entera contiene aproximadamente 5% de sacarosa y 5% de otros azúcares (arabinosa, glucosa). Además, la soya contiene dos azúcares responsables de flatulencia: rafinosa (cerca del 1%) y estaquiosa (cerca del 4%). La soya, al igual que muchas leguminosas, causa acumulación de gases en el tracto digestivo. Estudios indican que la flatulencia es causada por la fermentación de azúcares de bajo peso molecular (rafinosa y estaquiosa) que no son digeridos debido a la ausencia de la enzima α -galactosidasa en el tracto digestivo humano. Pruebas con ratas de ensayo, demostraron que la producción de gases en el tubo digestivo correspondía al grado de azúcares gaseosos ingeridos en la dieta.

Los azúcares responsables de la flatulencia pueden ser eliminados por medio de un remojo de la soya en álcali, por medio de tratamiento térmico, y tratamientos enzimáticos (galactosidasa e invertasa). Los azúcares responsables de la flatulencia, los inhibidores de tripsina, la lipoxigenasa y

el ácido fítico, pueden ser removidos con eficiencia por medio del proceso de ultrafiltración, (Nelson, I.A, Steinbrig M.P. 1978).

La flatulencia es un problema potencial sólo con soya integral, harina de soya y extractos tales como leche de soya que contienen los azúcares solubles.

Puesto que en el proceso de preparación de concentrados y aislados de soya se remueven estos azúcares tales productos no producen flatulencia, (Liener, I.E. 1995).

1.2.3. Proceso para la obtención de leche de soya

Cuando una compañía planea producir leche de soya, debe primero decidir qué tipo de leche de soya desea y qué tipo de empaque se puede adaptar para su mercado. Existe un mercado potencial para la leche de soya de bajo costo y para la leche de soya en polvo en la industria de panificación en productos horneados, helados y confitería, ya que, en casi todos los casos, la leche fresca o leche en polvo desgrasada, puede ser reemplazada exitosamente con estos tipos de leche de soya en polvo.

La calidad de la soya afecta la calidad de la leche de soya producida. Por lo tanto, es esencial para los productores de leche el seleccionar la variedad disponible para producir leche de soya de buen sabor, un color aceptable y óptimos rendimientos (recuperación de la proteína y los sólidos de la soya en la leche de soya). El rendimiento en la leche de soya depende de la selección de la variedad de soya utilizada. La recuperación de la proteína en la leche de soya generalmente es del 70 al 80% y el porcentaje de sólidos recuperados de un 55 a 65%. La soya, de hilum blanco, de una variedad rica en proteínas, dará como resultado una leche de soya de gran calidad y alto rendimiento. Por lo regular, la mayoría de los productores de leche de soya, están usando la soya Amarilla No. 2 como en este trabajo, con resultados satisfactorios. Además, pueden ser usados como materia prima para la producción de leche de soya: la soya descascarillada, harinas de soya desgrasadas, harinas de soya sometidas a bajas temperaturas, los concentrados y aislados de proteína de soya, (Nelson, I.A, Steinbrig M.P. 1978).

Los constituyentes y procesamiento de soya también repercuten en la calidad de la leche. El sabor, así como la calidad de la proteína son dos factores fundamentales que afectan la aceptación de la leche de soya. Es necesario controlar la inactivación de la lipoxigenasa a fin de que la leche tenga un mínimo sabor afrijolado para ciertos mercados, o que esté completamente libre de este sabor

para satisfacer a otros. La inactivación de los inhibidores de la tripsina también es indispensable para asegurar una alta digestibilidad de proteínas. Tanto la lipoxigenasa como de los inhibidores tripsina no representan problemas graves en la actual producción de leche de soya, ya que se inactivan satisfactoriamente con el calor durante el procesamiento. La rafinosa y la estaquiosa normalmente están presentes en la soya y necesitan reducirse durante la preparación de la leche de soya.

Muchos problemas relacionados con la soya pueden resolverse al ajustar los procedimientos del procesamiento. 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 empleados deberán ser económicos a fin de producir el tipo de leche de soya que satisfaga a consumidores y mercados específicos.

Procesos para la elaboración de la leche de soya:

Uno de los procesos más sencillos para convertir la soya en un alimento altamente proteínico es extraer o moler los granos con agua, a fin de producir una bebida conocida como leche de soya, la cual ha servido de alimento básico en el oriente durante muchos siglos. El proceso tradicional chino, consiste en lavar la soya y dejarla remojando de un día para otro, después de esto la soya se muele hasta formar una pasta lechosa, se le agrega agua fría – por lo general tres veces la cantidad de agua en relación con la mezcla de soya - y se cuele con una tela. Finalmente, la leche obtenida se hierve y se cuele otra vez antes de consumirse (Diagrama 8). Desafortunadamente la bebida que se produce de esta manera tiene un sabor, que podría describirse como a frijol, que se origina rápidamente por la enzima lipoxigenasa, al moler la soya con suficiente humedad por lo cual, no es aceptada por la mayoría de la gente no asiática, (Nelson, I.A, Steinbrig M.P. 1978).

Debido a esta poca aceptación que ha tenido la leche de soya producida mediante el proceso tradicional, se han hecho muchos esfuerzos por desarrollar una leche de soya, como fuente económica de una proteína de alta calidad que pudiera ser de particular interés, especialmente para aquellos países donde no se acostumbra consumir soya, y así obtener un producto similar a la leche de vaca.

El procesamiento actual de la leche de soya es muy distinto de las técnicas empleadas en el pasado, la mayor parte de las cuales eran más bien métodos simples y poco eficientes para extraer las

proteínas y otros sólidos de la soya. La tecnología moderna ofrece al procesador un mejor rendimiento de proteínas y otros sólidos, así como un mayor control del sabor y la calidad.

La mayoría de los adelantos en los sistemas modernos de procesamiento de leche de soya se derivan de la labor realizada en dos universidades norteamericanas: Cornell University y University of Illinois. Los investigadores de Cornell descubrieron que si se utiliza agua caliente (hirviendo) para la molienda y se cuece la pasta lechosa de inmediato, puede inhibirse la reacción de la lipoxigenasa en la soya y obtenerse un sabor bastante suave en la leche. Por su parte en Illinois los investigadores descubrieron que si la soya se remoja en una solución alcalina y se somete a un blanqueo antes de molerla, se logra un mejor rendimiento de sólidos sin dejar de obtener una leche de soya con sabor aceptable.

La Hidratación Rápida Cocción Hidrotérmica (HRCH) es una nueva técnica que consiste en el cocimiento hidrotérmico de hidratación rápida usando harina de soya sin desgrasar recién procesada, (ASA México 1992.).

Hoy en día la tecnología ha avanzado y se ha elaborado maquinaria que produce la leche de soya con todas las características organolépticas necesarias para ser consumida.

Diagrama 5 Procesos para la obtención de leche de soya

Proceso	Tradicional	Cornell	Illinois	HRCH
Sabor a frijol	Fuerte	Mejorado	Nulo	Nulo
Obtención de sólidos	61%	65%	89%	86%
Obtención de proteína	73%	83%	95%	90%

ASA México 1992.

TECNOLOGÍA DEL YOGURT DE LECHE DE SOYA

1.3 GENERALIDADES DEL YOGURT

Las leches fermentadas son consumidas desde la antigüedad, especialmente por los pueblos orientales. En los países occidentales el uso de leches fermentadas se extendió a principios del siglo XX, momento en que Metchnikoff publicó sus trabajos sobre las causas del envejecimiento atribuyendo a los microorganismos utilizados en la fermentación del yogurt una acción benéfica sobre la flora intestinal. Resulta interesante que la gran expansión en su consumo es debido al uso de frutas que han mejorado su perfil en cuanto a sabor, textura y presentación. Probablemente su éxito radique en el enmascaramiento de la sensación ácida del yogurt como tal. Este producto puede elaborarse a partir de cualquier leche de buena calidad y actualmente en la industria alimentaria se utiliza de forma exclusiva leche de vaca, (Lactología industrial).

1.3.1.1 Definición de yogurt

El yogurt es un producto lácteo preparado a partir de leche entera parcial o totalmente descremada, enriquecida en extractos secos por medio de la concentración de esta o agregando leche en polvo, tratada térmicamente y coagulada biológicamente por la fermentación obtenida de la siembra en simbiosis de los fermentos lácteos *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. De esta fermentación debe resultar un líquido suave y viscoso o un gel suave y delicado, de textura firme, uniforme, con la mínima sinéresis y sabor característico.

La Norma Oficial Mexicana, señala que para que este producto pueda denominarse así debe contener abundantes bacterias lácticas vivas. En el mundo se fabrican dos tipos principales de yogurt

- **Los yogurt firmes**, también llamados tradicionales, se elaboran fermentando la leche en el envase final, ya sea sin sabor (llamado natural) o con sabor (aromatizado o saborizado).
- **Los yogurt batidos** son más líquidos que los firmes y la fermentación de éstos se lleva a cabo fuera del envase final, en un recipiente de fermentación, lo que permite adicionarle preparados de fruta (jugos, pulpa, o trozos de fruta), cereales o algunos otros productos.

1.3.1.2 Clasificación de yogurt.

El yogurt se clasifica en tres tipos:

- **Tipo I** Yogurt o leche búlgara natural: producto lácteo preparado a partir de leche entera, parcial o totalmente descremada, enriquecida en extractos secos por medio de la concentración de esta o agregando leche en polvo, tratada térmicamente y coagulada biológicamente por la fermentación obtenida de la siembra en simbiosis de los fermentos lácteos *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*.
- **Tipo II** Yogurt o leche búlgara natural con fruta y aromatizado: producto definido, en el párrafo anterior al que se le adiciona frutas o que es preparado a partir de frutas y saborizantes, permitidos por la Secretaría de Salud y que debe llevar un 75% mínimo de yogurt.
- **Tipo III** Yogurt o leche búlgara aromatizado: producto definido al que se le a adicionado saborizantes permitidos por la Secretaría de Salud.

1.3.1.2 Especificaciones de yogurt

Características:

- Sensoriales:

Color	Uniforme y característico del producto
Olor	Debe ser agradable y característico del producto
Sabor	Agridulce, ácido, agradable y característico del producto
Consistencia	Debe ser firme o batido con la viscosidad característica del producto

NMX-F-44-1982

➤ Físicas y Químicas

Tabla 9. Especificaciones fisicoquímicas del tipo I Y III

ESPECIFICACIONES	Subtipo a Leche entera		Subtipo b Parcialmente descremada		Subtipo c Descremada	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Grasa	2.5		1.0			0.5
Sólidos	10.5		12		12.5	
Acidez	0.8	1.8	0.8	1.8	0.8	1.8
Proteína	3.2		3.4		3.6	
Humedad	-	87		87		87
pH menor de	4.5		4.5		4.5	

NMX-F-44-1982

Tabla 10. Especificaciones fisicoquímicas del tipo II

ESPECIFICACIONES	Subtipo a Leche entera		Subtipo b Parcialmente descremada		Subtipo c Descremada	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Grasa	2.0		0.8			0.4
Sólidos	8.4		9.6		10.0	
Acidez	0.8	1.8	0.8	1.8	0.8	1.8
Proteína	2.5		2.7		2.8	
Humedad	-	78		78		78
pH menor de	4.5		4.5		4.5	

NMX-F-44-1982

➤ Microbiológicas

El producto no debe contener microorganismos patógenos, toxinas microbianas e inhibidores microbianos ni otras sustancias tóxicas que puedan afectar la salud del consumidor o provocar deterioro en el producto.

Tabla 11. Especificaciones Microbiológicas

Bacterias Lácticas vivas – mínimo	2000000 UFC/g
Organismos coliformes – máximo	10 UFC/g
Hongos – máximo	10 UFC/g
Levaduras - máximo	10 UFC/g

NMX-F-44-1982

1.3.2 Características del cultivo

Los fermentos o cepas lácticas son bacterias que poseen las características de digerir los azúcares de la leche (lactosa y galactosa) y transformarla en ácido láctico, aldehídos y cetonas que imparten los aromas y sabores característicos. Son varios tipos, dependiendo de sus características de fermentación: termófilos, mesófilos homofermentativos, mesófilos aromáticos etc. Y cada tipo de características diferentes al producto de la fermentación.

Los mas adecuados para la fabricación de yogurt son los termófilos, cuyos representantes más utilizados son *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, que se caracterizan por desarrollarse mejor a temperaturas de alrededor de los 35 a 45°C. El *Streptococcus thermophilus*. es el responsable principal de producir el sabor característico del yogurt y *Lactobacillus bulgaricus* es responsable principal de la acidez. Ambos son necesarios y complementarios para la fabricación de yogurt.

Pueden incluirse otras cepas, tales como *Leuconostoc cremoris*, *Leuconostoc citrovorum*, *Streptococcus lactis*, *Streptococcus discetylactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* e inclusive bifidobacterias, para obtener otras características deseables en el yogurt, La elección del fermento adecuado es de importancia decisiva para la calidad final del yogurt, ya que determinara tanto las condiciones y tiempos de fermentación como las características finales de sabor, acidez y consistencia, (Spreer, E. 1991).

Tabla 12 Especificaciones de cultivo

Características	<i>S. thermophilus</i>	<i>L. bulgaricus</i>
Catalasa	-	-
Gram	+	+
Morfología	Células esféricas u ovoides, ocurren en cadenas largas	Bastones a veces con formas largas individuales o en pares
Atmósfera	Anaerobio facultativo	Anaerobio facultativo
Temperatura de desarrollo	Optima de 40° c- 45° C se desarrolla a 50°C no se desarrolla a 55° c ni por debajo de 20° C	Optima 45° C se desarrolla de 50°c- 52° C no crece a 15° C
Sensibilidad al calor	Sobrevive a 65°C por 30 min.	-----
Sensibilidad al NaCl	No se desarrolla a 2 %	-----
Fermentación		
▪ Fructosa	+	+
▪ Galactosa	+	+
▪ Glucosa	+	+
▪ Lactosa	+	+
▪ Maltosa	+	-
Rotación óptica del ácido láctico	l(+)	d(-)
Sensibilidad al antibiótico		
Penicilina	0.05 U.I	0.5 U.I
Estreptomina	250 mg	500 mg
Clorotetraciclina	120 mg	120 mg

Spreer, E. 1991

Para la fabricación de yogurt, los fermentos pueden ser de dos tipos: inoculación directa o resiembra. Estos fermentos pueden adquirirse en dos presentaciones: liofilizados o concentrados congelados. Los liofilizados se pueden adquirir en forma de ampollitas, sobres o lata, se conservan en refrigerador a 5° C máximo y tienen una vida de hasta 12 meses.

1.3.3 Yogurt de leche de soya

El proceso de preparación de yogurt de leche de soya es muy parecido al de leche de vaca. El yogurt de leche de soya es producido por cultivos de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, éstos fermentan lactosa a ácido láctico en la leche de vaca. Ambas bacterias viven en el yogurt en simbiosis (vida asociada de organismos distintos con beneficio mutuo).

Debido a que la lactosa no está presente en la leche de soya se han seleccionado otros azúcares tales como: Glucosa, dextrosa y sacarosa los cuales se pueden adicionar a la leche para llevar a cabo la fermentación.

- *Streptococcus thermophilus* es capaz de fermentar lactosa, sacarosa, glucosa y fructuosa mientras que *Lactobacillus bulgaricus* fermenta lactosa, glucosa, fructuosa y galactosa.
- *Lactobacillus bulgaricus* libera valina, histidina y Glicina en la leche que estimulan el desarrollo activo de *Streptococcus thermophilus*.

Para el yogurt de leche de soya, la leche que contiene los azúcares adicionados se inocula con estos dos iniciadores y se incuba a 41°C por un período de aproximadamente seis horas.

Durante el período de incubación, los cultivos de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* se multiplican y producen ácido láctico y otros compuestos. La relación sinérgica que existe entre estos dos organismos incrementa los niveles de ácido láctico y acetaldehídos producidos en el yogurt, en comparación con las leches de soya cultivadas con cepas sencillas. El *Lactobacillus bulgaricus* libera valina, histidina y glicina, las cuales estimulan el crecimiento del *Streptococcus thermophilus*, en tanto que el *Streptococcus thermophilus* produce formiato, que es una sustancia estimuladora para el *Lactobacillus bulgaricus*. El *Streptococcus thermophilus* tiene un mejor desarrollo con niveles altos de pH y, en un período de dos y media horas reduce rápidamente el pH de 7.1 (pH de la leche de soya) a aproximadamente 5.0, en tanto que la acidez total titulable sufre un drástico incremento de 0.11 a 0.44. El *Lactobacillus bulgaricus* se desarrolla mejor con un pH más bajo de 5.0 y disminuye el pH a un índice menor de aproximadamente 4.2-4.3 en un período de tres horas y media, pero la acidez total titulable se incrementa a 0.62, a cuyo valor

se inhibe la fermentación. Es importante evitar la formación excesiva de acidez para obtener un producto con una consistencia firme, esto se logra mediante el rápido e inmediato enfriamiento del producto. El producto terminado deberá mantenerse en refrigeración hasta su consumo.

GENERALIDADES DEL MARACUYÁ

1.4.1 Producción del maracuyá

Es una fruta originaria de Centroamérica. Brasil es posiblemente el mayor productor, seguido de Colombia, Venezuela y toda Centroamérica. También se produce en Kenia, Costa de Marfil, sur de África y Australia. El mercado europeo recibe además de las especies de frutas, amarilla, morada y granadilla, una gran variedad de híbridos. Brasil produce las siguientes variedades: **Ouopretano**, **Muico**, **Peroba**, **Pintado** y la **Hawaina**. Australia ha desarrollado híbridos resistentes, entre otros, **Redland Triangular**. En Hawai se encuentra la variedad **Noél Especial**, cuyos frutos pueden pesar hasta 90 gramos; cáscara amarilla y pulpa naranja oscura, muy jugosa.

La producción de maracuyá en México ha pasado por varias etapas bien diferenciadas. Apparentemente, en la inicial se realizaron siembras de traspatio, sobre todo en los estados de Puebla y Veracruz. A partir de 1989/90 se inició su siembra en plantaciones comerciales, con un alto nivel tecnológico, constituyendo la segunda fase de desarrollo; fue una etapa en que parecía que el maracuyá se difundiría ampliamente como alternativa, ante la crisis generalizada en el campo mexicano. Ésta, sin embargo, no perduró mucho tiempo, sino que terminó aproximadamente en 1993. La tercera etapa, es la actual y se caracteriza por el hecho de que algunos productores decidieron seguir con el cultivo a pesar del reducido mercado existente y entraron a un proceso de transformación artesanal de la fruta, buscando su venta en forma de jugo, pulpa, mermelada, miel, cáscara en almíbar, vino y licor. Los productores que persisten en su cultivo y transformación están tratando de consolidarse en sus actividades. Por otro lado, a fines de 1995, se presentó de nuevo la idea de sembrar maracuyá en “grandes” extensiones en Puebla, Veracruz, Michoacán y Colima, partiendo nuevamente de la convicción de que las frutas exóticas representan una buena alternativa de producción, debido a los altos precios obtenidos recientemente en el mercado mundial.

1.4.2 Características del maracuya

Forma: es como una baya redonda u ovoide, siendo la variedad amarilla y la granadilla las de mayor tamaño. El grosor de la piel depende de la variedad. En la granadilla dulce, la cáscara es lisa, dura y acolchada para proteger a la pulpa y su forma es oval, con un extremo acabado en punta.

Tamaño y peso: tiene un diámetro de 35 a 80 milímetros y un peso aproximado de 30 gramos. La fruta de la pasión amarilla es más larga que la morada y puede llegar a pesar hasta 100 gramos.

Color: su piel varía entre el amarillo o el morado y el naranja, en función de la variedad. La capa interna es blanca y la cavidad contiene gran cantidad de pepitas cubiertas de una carne anaranjada o amarilla y verdosa, muy sabrosa y aromática. La granadilla está repleta de crujientes semillas de color negro-grisáceo.

Sabor: tiene un sabor agrídulce muy refrescante, exótico, afrutado y con una leve nota a albaricoque. La granadilla dulce tiene una pulpa gelatinosa, viscosa, de sabor más dulce que las otras variedades y muy aromática, con una consistencia similar a una mermelada.

1.4.3 Aporte nutritivo

La recolección se realiza cuando la fruta de la pasión, amarilla o morada, está madura, se cae al suelo y empieza a arrugarse, pero para poder exportarla fresca, la cosecha debe realizarse antes de que comience dicho proceso. Eliminando la piel y las semillas, se obtiene el jugo puro, que supone aproximadamente un 32% del peso total. Para su envasado, la fruta de la pasión debe ser seleccionada y cortada manualmente. Después se empaqueta en cajas con agujeros para permitir la ventilación.

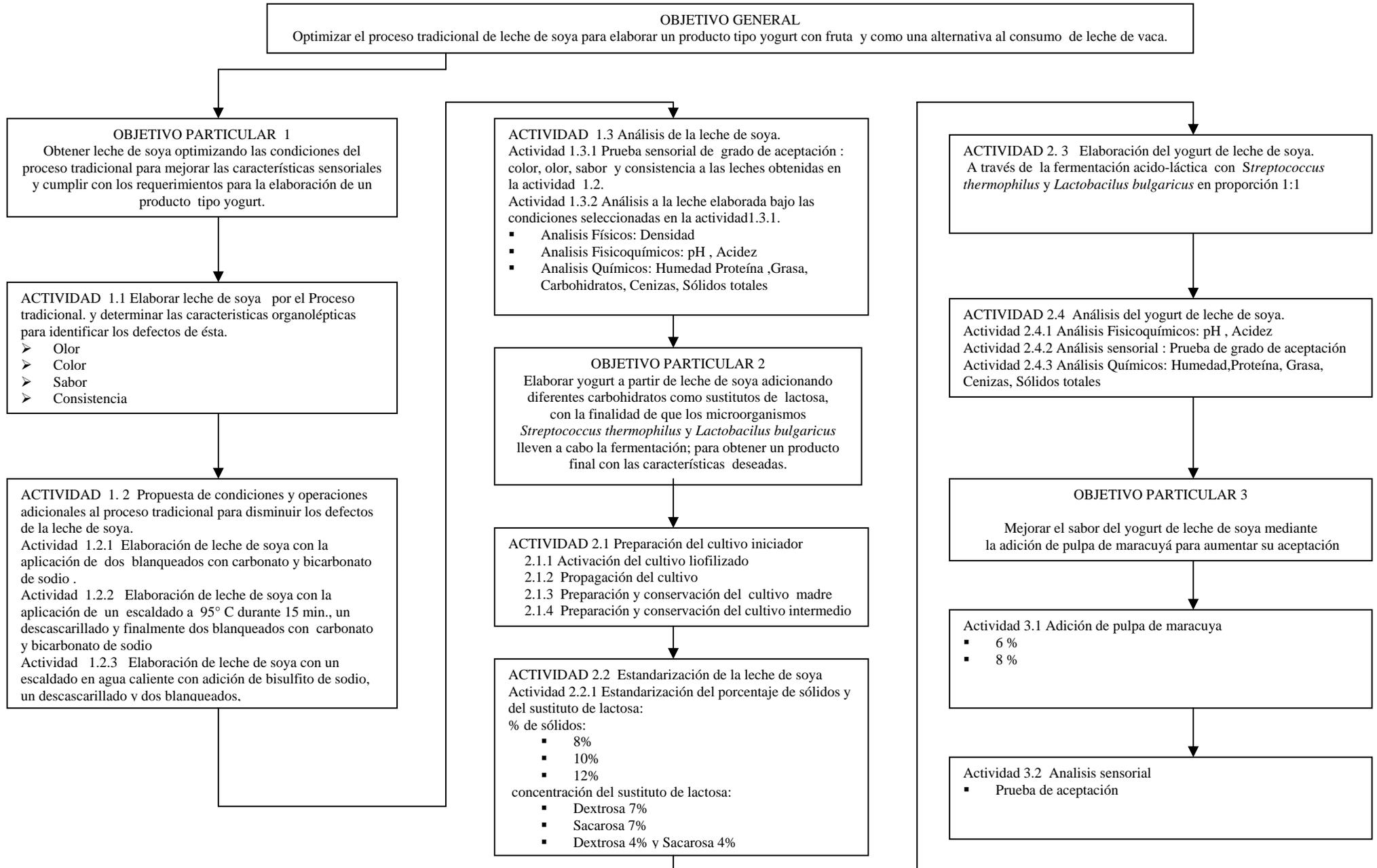
El agua es su principal componente. Contiene una alta cantidad de hidratos de carbono por lo que su valor calórico es muy elevado.

Cabe destacar su contenido de provitamina A, vitamina C y respecto a los minerales, su aporte de potasio, fósforo y magnesio. La variedad amarilla es más rica en minerales y en provitamina A que la morada.

Además, contiene una cantidad elevada de fibra, que mejora el tránsito intestinal y reduce el riesgo de ciertas alteraciones y enfermedades.

La provitamina A o beta caroteno se transforma en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo necesita. Dicha vitamina es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico. La vitamina C interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. Ambas vitaminas cumplen además una función antioxidante. El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. El fósforo interviene en la formación de huesos y dientes y participa en el metabolismo energético. El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos, también forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante.

2.1 CUADRO METODOLOGICO



2.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Para poder cumplir con el objetivo general: Optimización del proceso tradicional de leche de soya para elaborar un producto tipo yogurt con fruta y como una alternativa al consumo de leche de vaca. Se llevó a cabo la revisión bibliográfica sobre generalidades así como de los diferentes procesos de elaboración de leche de soya y yogurt.

Objetivo particular 1.

Actividad 1.1 Elaborar leche de soya por el proceso tradicional y determinar las características organolépticas (color, olor, sabor y consistencia) para identificar los defectos de ésta.

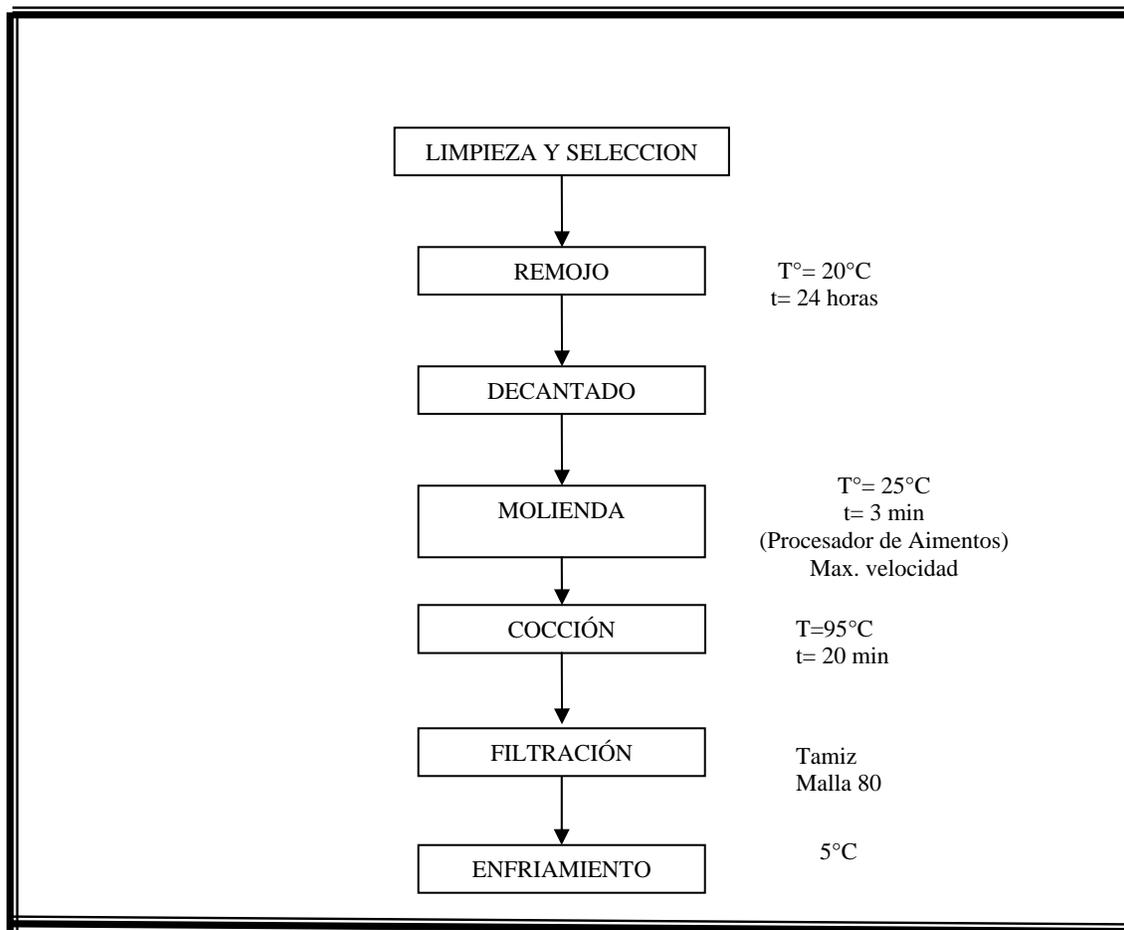
Muestra: Para el cumplimiento de este objetivo se adquirieron cinco paquetes de frijol de soya de la marca Naturama en presentaciones de 1 kg en un centro naturista de Cuautitlán Izcalli, con la cuál se elaboró la leche que se utilizó durante toda la experimentación

Material y equipo:

- Tamiz malla 80 de la serie tyler
- Recipiente de acero inoxidable
- Procesador de alimentos marca moulinex
- Balanza granataria
- Termómetro
- Parrilla eléctrica

Se elaboró leche de soya mediante el proceso tradicional (Diagrama 6), la cual se evaluó através de un análisis organoléptico (color, olor, sabor y consistencia), para poder determinar en que puntos del proceso se llevarían a cabo ciertas modificaciones lo que permitió obtener una leche con características organolépticas y fisicoquímicas, con la calidad nesecaria para la elaboración de un producto tipo yogurt.

Diagrama 6. Proceso tradicional de elaboración de leche de soya.



Khee, C.1993.

Descripción del proceso tradicional de elaboración de leche de soya.

a) Limpieza y Clasificación del frijol soya

La limpieza es uno de los pasos más importantes para la preparación de leche de soya. La soya normalmente contiene material extraño como piedras, paja, semillas de pasto, suciedad, polvo y metales como pequeñas tuercas. Por lo tanto es necesario remover estos materiales indeseables en términos de la eliminación de sabores y colores extraños, eliminando:

- ❑ Las semillas dañadas: ya que si no son retiradas dan como resultado la oxidación lipídica la cual produce un sabor residual en el producto terminado.
- ❑ Las que presentaban color oscuro y/o verdoso: que influyen sobre todo en el color y sabor del producto final.

b) Remojo

El frijol de soya se remojó en agua a temperatura de 25°C, por 24 hr. Para la eliminación de sustancias que causan efectos organolépticos desagradables en la leche de soya.

c) Molienda de los frijoles.

La molienda consiste en la ruptura de la estructura celular de los frijoles de la soya y la liberación de los componentes celulares, en este proceso, los frijoles se molieron con un procesador de alimentos marca Moulinex a máxima velocidad, tomando en cuenta que de 200 g de frijoles se obtiene 1 L de leche de soya la porción de agua utilizada fue de [1:5] a una temperatura de 25°C.

d) Cocción de la leche de soya

El propósito de la cocción es inactivar más aún a los inhibidores de tripsina, así como algunas enzimas proteolíticas, destruir microorganismos y mejorar el sabor de la leche de soya. Las condiciones en las que se llevó a cabo fueron a 95° C durante 20 min.

Usando el tratamiento mencionado, la leche de soya es considerada como un producto pasteurizado.

e) Extracción y filtrado de la leche de soya

La leche de soya obtenida es pasada por tamiz malla 80 de la serie Tyler, para la separación de la materia insoluble (okara).

f) Enfriamiento de la leche de soya.

Debido a que la leche de soya es un medio ideal para el crecimiento microbiano, debe ser enfriada de 98°C a 5°C utilizando agua helada (T=3°C) como medio de enfriamiento. Con esta práctica, la vida de anaquel del producto es aproximadamente de 7-10 días a una temperatura de refrigeración de 4°C. La vida de anaquel es comparable con la leche de vaca pasteurizada bajo condiciones similares.

Actividad 1.2 Propuesta de condiciones y operaciones adicionales al proceso tradicional para los defectos de la leche de soya.

Para mejorar las características organolépticas de la leche de soya elaborada por el proceso tradicional (color, olor y sabor), se propusieron tres procesos con diferentes condiciones de operación y tres diferentes agentes blanqueadores con la finalidad de obtener mejores resultados en el producto final.

Actividad 1.2.1 Elaboración de leche de soya con la aplicación de dos blanqueados con carbonato y bicarbonato de sodio

En la actividad 1.1 se constató que la leche elaborada por el proceso tradicional presenta un sabor y olor marcado a soya por lo que se buscó reducir estos defectos, con la aplicación de dos blanqueados iniciales ambos con carbonato y bicarbonato de sodio a dos diferentes concentraciones. El blanqueado tiene como finalidad inactivar la enzima lipoxigenasa, mediante el ajuste del pH de la leche de soya arriba de 10, y a una temperatura de 95°C, lo que reduce el número de microorganismos y oligosacáridos solubles en agua como la rafinosa y la estaquiosa que causan flatulencia, (Diagrama7).

Material y equipo:

- Tamiz malla 80 de la serie tyler
- Recipiente de acero inoxidable
- Procesador de alimentos marca moulinex
- Termómetro de 10-120°C
- Parrilla eléctrica
- Balanza granataria y analítica

Reactivos:

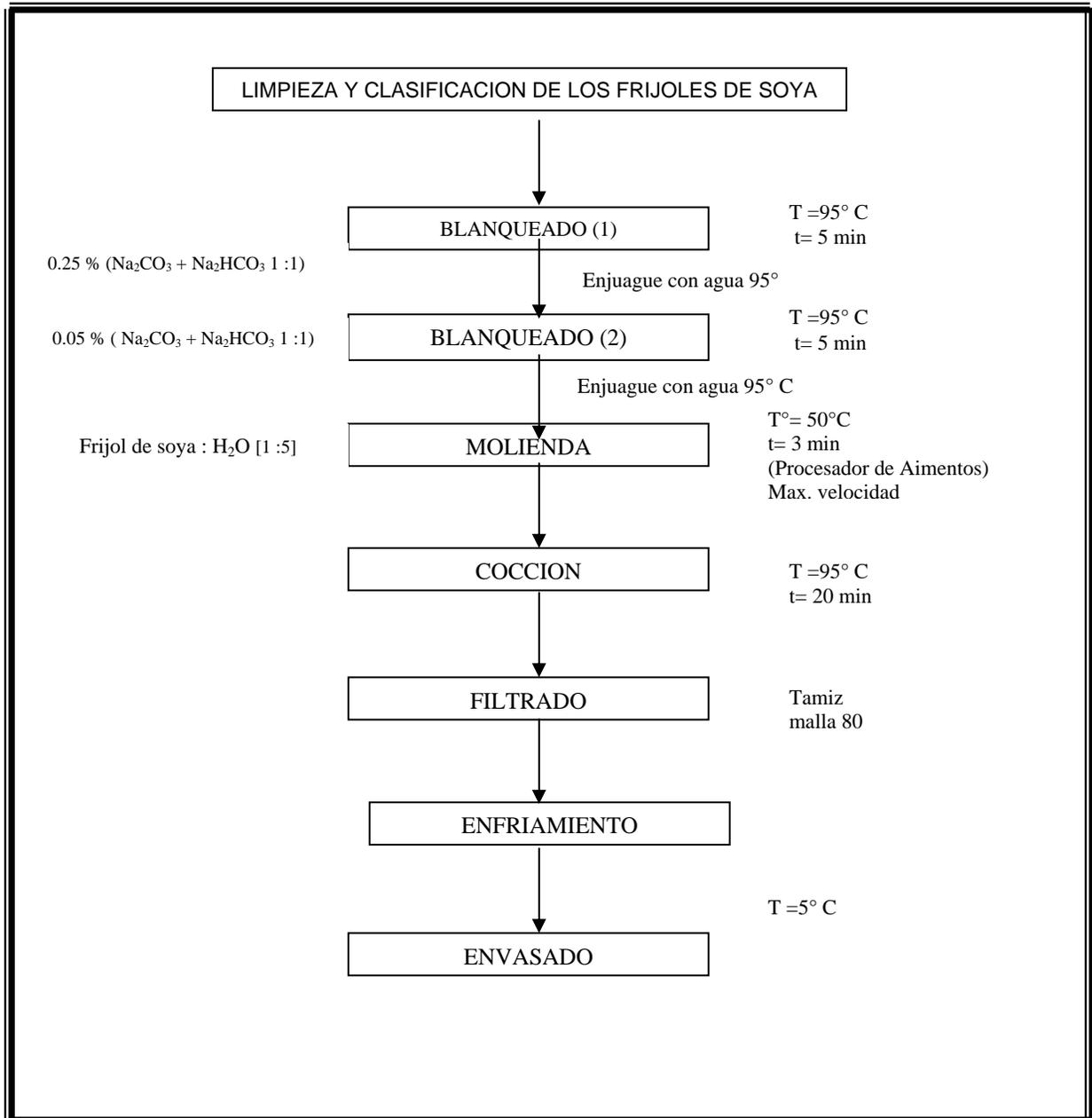
- Solución de Na_2CO_3 y Na_2HCO_3 [1:1] al 0.25 %
- Solución de Na_2CO_3 y Na_2HCO_3 [1:1] al 0.05 %

Blanqueado 1: La operación de blanqueado consistió en adicionar una mezcla de Na_2CO_3 y Na_2HCO_3 en una proporción 1:1, en una concentración del 0.25% al agua de remojo de los frijoles de soya a una temperatura de 95° C durante un tiempo de 5 min. Una vez transcurrido este tiempo se retiró el recipiente del fuego y los frijoles se enjuagaron con abundante agua a 95° C para eliminar los residuos de carbonato y bicarbonato de sodio, manteniendo los frijoles en agua caliente para evitar la oxidación.

Blanqueado 2: Esta operación fue idéntica al blanqueado 1, pero con una concentración del 0.05% de Na_2CO_3 y Na_2HCO_3 1 :1

Las demás operaciones y condiciones se mantuvieron sin cambio alguno, (Diagrama 7).

Diagrama 7. Elaboración de leche de soya con aplicación de dos blanqueados



Actividad 1.2.2 Elaboración de leche de soya con la aplicación de un escaldado a 95° C durante 15 min. un descascarillado, dos blanqueados con carbonato y bicarbonato de sodio y un filtrado adicional.

Para mejorar el sabor de la leche de soya se realizó un escaldado previo al blanqueado, para disminuir la cantidad de rafinosa y estaquiosa además de hidratar y así facilitar el descascarillado de los frijoles de soya, operación con la que se elimina la cascarilla y el hilum que afectan principalmente el color de la leche además de eliminar gran parte de materia insoluble (celulosa). La operación de blanqueado se describe en la actividad 1.2.1 además se llevó a cabo un doble filtrado con la finalidad de disminuir la sensación arenosa.

Material y equipo:

- Tamiz malla 80 de la serie tyler
- Recipiente de acero inoxidable
- Procesador de alimentos marca moulinex
- Termómetro de 10-120°C
- Tamiz malla 80 abertura de la serie tyler
- Tamiz malla 150 abertura de la serie tyler
- Parrilla eléctrica
- Balanza granataria y analítica

Reactivos:

- Solución de Na_2CO_3 y Na_2HCO_3 en relación [1:1] al 0.25 %
- Solución de Na_2CO_3 y Na_2HCO_3 en relación [1:1] al 0.05 %

Escaldado: Para fijar el tiempo de escaldado se realizó una prueba a 10 y 15 min. y una temperatura de 95° C, observándose los cambios que sufrían los frijoles, y la facilidad con la que se desprendía la cáscara al paso del tiempo, la función de este tratamiento es liberar las cascarillas de los frijoles. Seleccionándose el tiempo de 15 min. que fue el que permitió un mejor desprendimiento de la cascarilla facilitando la operación de descascarillado

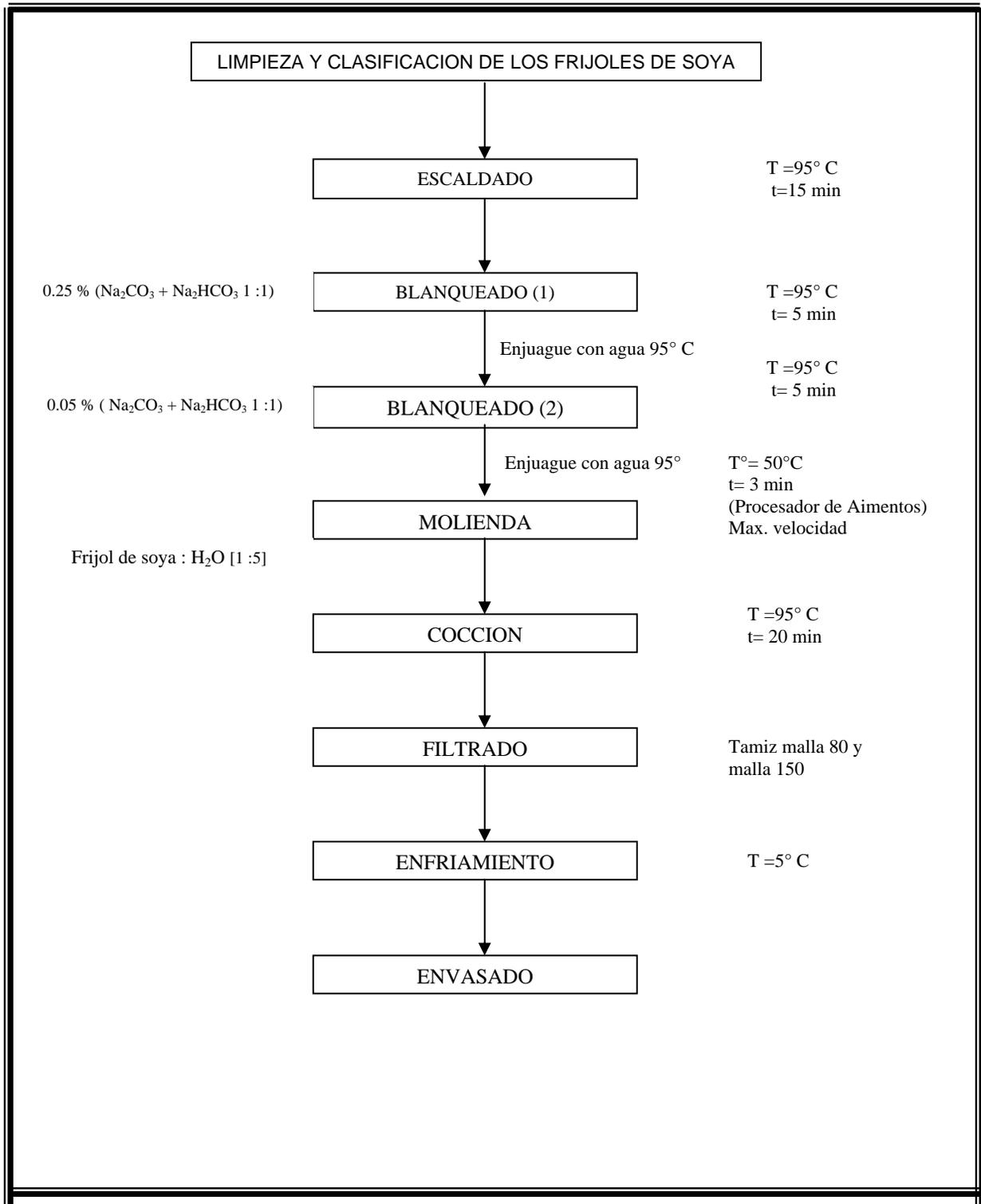
Descascarillado: Una vez aplicado el escaldado se realizó un descascarillado manual en el que se elimina parte del color y del material insoluble de la leche de soya.

Blanqueado: Finalmente se realizaron dos blanqueados con las condiciones establecidas en la actividad 1.2.1

Filtrado: Se realizaron dos filtrados uno con un tamiz malla 80 de la serie Tyler para eliminar las partículas de mayor tamaño, el segundo fue a través de un tamiz malla 150 de la serie tyler para eliminar los lodos existentes en la leche de soya.

Las demás operaciones y condiciones se mantuvieron sin cambio alguno (Diagrama 8).

Diagrama 8. Elaboración de leche de soya con aplicación de un escaldado, dos blanqueados y un filtrado adicional



Actividad 1.2.3 Elaboración de leche de soya con un escaldado en agua caliente con adición de bisulfito de sodio, un descascarillado y dos blanqueados con carbonato y bicarbonato de sodio y un filtrado adicional.

Con la finalidad de obtener leche de soya con características organolépticas aceptables se propone la aplicación de un escaldado con bisulfito de sodio como agente blanqueador, el descascarillado para mejorar el color y disminuir la materia insoluble, dos blanqueados para mejorar el sabor y un doble filtrado para disminuir la sensación arenosa.

Material y equipo:

- Tamiz malla 80 de la serie tyler
- Recipiente de acero inoxidable
- Procesador de alimentos marca moulinex
- Termómetro de 10-120°C
- Parrilla eléctrica
- Balanza granataria y analítica

Reactivos:

- Bisulfito de sodio al 0.01%
- Solución de Na_2CO_3 y Na_2HCO_3 [1:1] al 0.25 %
- Solución de Na_2CO_3 y Na_2HCO_3 [1:1] al 0.05 %

Escaldado: Se realizó un escaldado en agua caliente $T\ 95^\circ\text{C}$, $t\ 15\ \text{min.}$ con adición de bisulfito de sodio al 0.01%, para mejorar el color, retardando el oscurecimiento y facilitar el descascarillado.

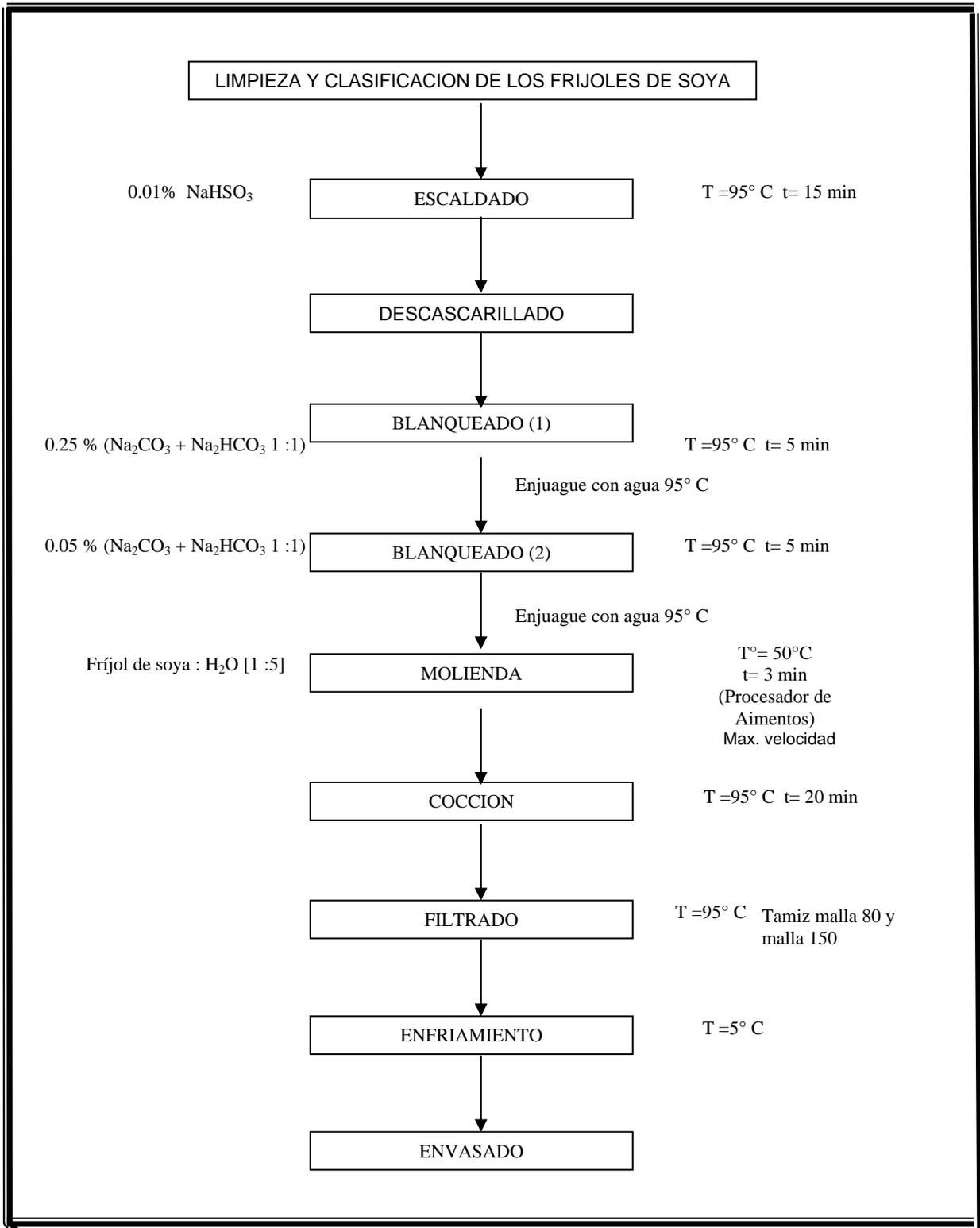
Descascarillado: Una vez aplicado el escaldado se realiza un descascarillado manual en el que se elimina color y materia insoluble impartido por la cascarilla

Blanqueado: Finalmente se realizaron dos blanqueados con las condiciones establecidas en la actividad 1.2.1

Filtrado: Se realizaron dos filtrados uno con tamiz malla 80 para eliminar las partículas de mayor tamaño, El segundo fue a través de un tamiz malla 150 para eliminar los lodos existentes en la leche de soya

Las demás operaciones y condiciones se mantuvieron sin cambio alguno (Diagrama 9).

Diagrama 9. Elaboración de leche de soya con un escaldado de bisulfito de sodio, descascarillado, y dos blanqueados y filtrado adicional.



Descripción del proceso optimizado para la elaboración de leche de soya. (Diagrama 9)

a) Limpieza y Clasificación del frijol soya

La limpieza es uno de los pasos más importantes para la preparación de una leche de soya de excelentes propiedades sensoriales. La soya normalmente contiene material extraño como piedras, paja, semillas de pasto, suciedad, polvo y metales como pequeñas tuercas. Por lo tanto es necesario remover estos materiales indeseables en términos de la eliminación de sabores y colores extraños. La clasificación llevada a cabo en el laboratorio se realizó en base a:

- Las semillas dañadas: ya que si no son retiradas dan como resultado la oxidación lipídica la cual produce un sabor residual en el producto terminado.
- Las que presentaban color oscuro y/o verdoso: que influyen sobre todo en el color y sabor del producto final.

b) Escaldado: El frijol de soya fue escaldado en agua adicionada con bisulfito de sodio (NaHSO_3) al 0.01% a una $T=95^\circ\text{C}$, por 15 min.

c) Descascarillado: Una vez escaldados los frijoles se les desprendió la cascarilla manualmente. Los frijoles se conservaron en agua caliente hasta el primer blanqueado (10 min.), con el propósito de evitar el contacto con el oxígeno y así retardar la oxidación de la soya. Sin embargo, la soya puede ser descascarillada por otros medios como la utilización de descascarilladores de tipo abrasivo similares a los que usan para el arroz y sorgo con ciertas modificaciones.

d) Blanqueo de los frijoles

El blanqueo de la soya constó de dos pasos.

- 1) Los frijoles son tratados directamente con agua hirviendo en una proporción (cinco veces el peso de los frijoles secos) agregando bicarbonato y carbonato de sodio [1:1] al 0.25% durante 5 minutos, para después ser enjuagados con agua caliente ($T=95^\circ\text{C}$),
- 2) Los frijoles son nuevamente blanqueados en agua hirviendo (cinco veces el peso de los frijoles secos) agregando bicarbonato y carbonato de sodio [1:1] al 0.05% por otros 5 minutos y finalmente son enjuagados con agua caliente ($T=95^\circ\text{C}$).

e) Molienda de los frijoles blanqueados. La molienda consiste en la ruptura de la estructura celular de los frijoles de la soya y la liberación de los componentes celulares, en este proceso, los frijoles blanqueados se molieron dos veces con un procesador de alimentos marca Moulinex a

máxima velocidad, tomando en cuenta que de 200 g de frijoles se obtiene 1 L de leche de soya la porción de agua utilizada fue de [1:5] a una temperatura de 50°C. Reduciendo la adición de agua se incrementa la riqueza de la leche de soya la cual contiene más sólidos y proteínas en el producto.

f) Cocción de la leche de soya: El propósito de la cocción es inactivar más aún a los inhibidores de tripsina, así como algunas enzimas proteolíticas, destruir microorganismos y mejorar el sabor de la leche de soya. Las condiciones en las que se llevó a cabo fueron a 95° C durante 20 min.

Usando el tratamiento mencionado, la leche de soya es considerada como un producto pasteurizado.

g) Extracción y filtrado de la leche de soya: La leche de soya obtenida es pasada por tamiz malla 80 abertura de la serie tyler sin embargo todavía contiene materiales insolubles muy finos, conocidos como lodo, lo que puede resultar en una sensación arenosa e incrementar la tendencia de sedimentación en el producto. Estos materiales finos fueron removidos con un tamiz malla 150 de la serie Tyler.

La leche de soya también puede ser separada del okara utilizando diferentes equipos. Estos incluyen decantador, filtro de prensa, separador de cuajo (queso) y otro tipo de máquinas similares. La efectividad de estas unidades varía considerablemente. En general, el okara con un contenido de humedad del 80% o menos se considera deseable. Un mayor contenido de humedad en el okara se obtiene usualmente de un sistema con diseño inapropiado.

h) Enfriamiento de la leche de soya: Debido a que la leche de soya es un medio ideal para el crecimiento microbiano, debe ser enfriada de 95°C a 5°C utilizando agua helada ($T=3^{\circ}\text{C}$) como medio de enfriamiento. Con esta práctica, la vida de anaquel del producto es aproximadamente de 7-10 días a una temperatura de refrigeración de 4°C. La vida de anaquel es comparable con la leche de vaca pasteurizada bajo condiciones similares.

i) Envasado de la leche de soya: Después del enfriamiento, la leche de soya se vació en botellas esterilizadas o contenedores y se refrigeró inmediatamente para controlar el crecimiento microbiano. De hecho, los tipos de materiales de empaque dependen en gran medida de los métodos de tratamientos térmicos tales como la pasteurización, ultra pasteurización y esterilización. La calidad general y la vida de anaquel del producto dependen del tratamiento térmico y el tipo de materiales utilizado para el empaque.

Actividad 1.3 Análisis de la leche de soya

Actividad 1.3.1 Prueba sensorial de grado de aceptación : color, olor, sabor y consistencia a las leches obtenidas en la actividad 1.2

Una vez elaboradas las tres leches se sometieron a una prueba afectiva o hedónica. Se entiende por prueba afectiva aquella en la que el juez catador expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, si lo prefiere a otro o no. Son pruebas difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones completamente personales, con la variabilidad que ello supone. Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces catadores no entrenados y éstos deben ser consumidores potenciales o habituales del producto y compradores de esa gama de alimentos.

Los estudios de naturaleza hedónica son esenciales para saber en qué medida un producto puede resultar agradable al consumidor. Pueden aplicarse pruebas hedónicas para conocer las primeras impresiones de un alimento nuevo o profundizar más y obtener información sobre su grado de aceptación o en qué momento puede producir sensación de cansancio en el consumidor. El término hedónico proviene del griego *hedond*, que significa placer, y hace referencia a la atracción subjetiva del individuo por el producto a evaluar. En consecuencia el objetivo de una prueba hedónica es obtener una respuesta personal, ya sea de aceptación o de preferencia, de un consumidor potencial o real, sobre un producto concreto, una idea o proyecto de producto o simplemente una característica específica del mismo.

Cuando valoramos las cualidades de un alimento se entiende por aceptabilidad la valoración que el consumidor realiza atendiendo a su propia escala interna, a su universo de experiencias. Por tanto, la aceptación intrínseca de un producto alimentario es la consecuencia de la reacción del consumidor ante las propiedades físicas, químicas y texturales del mismo, es decir, su valoración sensorial.

Un objetivo de una prueba afectiva o hedónica, es intentar la mejora, la optimización de un producto, una búsqueda infatigable de las empresas. El término optimizar va unido a la manipulación del alimento: añadir, eliminar o modificar ingredientes y atributos. Obviamente si queremos que un producto tenga éxito la premisa esencial es ofrecer al consumidor lo que desea. Por tanto, si conocemos su opinión y qué aspectos deben mejorarse la tarea se facilita enormemente. Desde luego no sólo se trata de perfeccionar los aspectos deseables, sino de reducir los indeseables. ¿Cómo puede una empresa de alimentos variar estas características? La respuesta es muy sencilla:

Intensificando un aroma que nos gusta, aumentando una propiedad específica (el carácter crujiente de los cereales) o reduciendo los factores negativos. También pueden minimizarse los edulcorantes que matizan el sabor y ensalzan la percepción de notas artificiales. Un ejemplo típico que todos conocemos es la evolución de los zumos de naranja envasados; poco a poco se ha pasado de productos que escasamente recordaban el jugo de las naranjas recién exprimidas a otros mucho más agradables. Del mismo modo, es posible mejorar la percepción de aspectos básicos: el envase de un vino debe favorecer la percepción de su fragancia o el brillo de una manzana hacerla más atractiva.

Con el objetivo de estandarizar las condiciones del proceso para la elaboración de leche de soya, se realizó una prueba hedónica, y de esta manera corroborar que las modificaciones hechas realmente tuvieron efecto en las características organolépticas del producto final. La leche de soya obtenida se evaluó después de 24 horas de elaboración. El panel se realizó con 30 personas de la comunidad de la FES – CUAUTITLAN que son consumidores habituales de leche, a los cuales se les entregó la siguiente encuesta con sus respectivas muestras. (Tabla 13)

Tabla 13. Prueba de aceptación de leche de soya

Producto: leche de soya

Fecha:

Indique que tanto le gusta o le disgusta la muestra, según la siguiente escala:

1. Me disgusta muchísimo
2. Me disgusta mucho
3. Me disgusta
4. Me disgusta ligeramente
5. Ni me gusta ni me disgusta
6. Me gusta ligeramente
7. Me gusta
8. Me gusta mucho
9. Me gusta muchísimo

Asigne la calificación correspondiente a cada propiedad

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra3
Color	_____	_____	_____
Sabor	_____	_____	_____
Olor	_____	_____	_____
Consistencia	_____	_____	_____

Se realizara un análisis de varianza a los resultados.

Actividad 1.3.2 Análisis físico, químico y fisicoquímico.

Para la elaboración del yogurt es importante conocer las propiedades organolépticas así como la composición de la leche de soya ya que debe cumplir con los requisitos mínimos para la elaboración de tal producto.

Después de seleccionado y estandarizado el proceso para obtener leche de soya se le realizaron los análisis que se muestran en la Tabla 14, 15 y 16:

Tabla 14. Descripción de parámetros físicos

Análisis	Prueba	Técnica	Materiales	Referencia
Físico	Densidad	Densímetro	Probeta 200 ml. Lactodensímetro	Pearson 2000

La determinación del pH y acidez en la leche de soya es importante ya que muchos procesos cambian la acidez de la leche, entre ellos tenemos la temperatura, proceso fermentativo con microorganismos acidificantes, lipólisis que da lugar a una disminución del pH y aumento en la acidez titulable, entre otros.

Tabla 15. Descripción de parámetros fisicoquímicos

Análisis	Prueba	Técnica	Material y equipo	Referencia
Fisicoquímico	pH	Directo	Potenciómetro	AOAC 2000 32.010
	Acidez	Titulación Directa	Material de vidrio para titulación Fenolftaleína Hidróxido de sodio 0.1 N	AOAC 2000 947.05

La determinación de los parámetros químicos son de gran importancia ya que la composición química del yogurt está basada en la composición química inicial de la leche y en los sucesivos cambios de la leche que ocurren durante la fermentación láctica, estos cambios resultan de la reducción del contenido de carbohidratos y la formación considerable del ácido láctico, así como un incremento de péptidos libres, aminoácidos y ácidos grasos.

Tabla 16. Descripción de parámetros químicos

Análisis	Prueba	Técnica	Material y equipo	Referencia
Químicos	Humedad y/o sólidos totales	Secado por estufa	Estufa de aire Pesafiltro Balanza analítica	AOAC 2000 925.23
	Nitrógeno total	Micro Kjeldahl	Micro digestor Ac. Sulfúrico conc. Mezcla catalizadora Micro destilador Hidróxido de sodio 50% Tiosulfato de sodio Púrpura de metilo Ac clorhídrico 0.2N Material de vidrio para titulación	AOAC 2000 920.105
	Grasa	Gerber	Butirómetros Gerber Centrífuga Baño Maria Ac. sulfúrico conc. Alcohol isoamílico	AOAC 2000 989.05
	Cenizas	Klemm	Crisoles a peso cte. Desecador Balanza analítica Mufla	AOAC 2000 925.23
	Carbohidratos	Lane y Eynon	Material de vidrio para titulación Parrilla de calentamiento Solución de Fehling	AOAC 2000 923.09

Las pruebas se efectuaron por triplicado y los resultados se sometieron a un análisis estadístico (Varianza y Desviación estandar).

Objetivo Particular 2. Elaborar yogurt a partir de leche de soya adicionando diferentes carbohidratos como sustitutos de lactosa, con la finalidad de que los microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* lleven a cabo la fermentación; para obtener un producto final con las características deseadas.

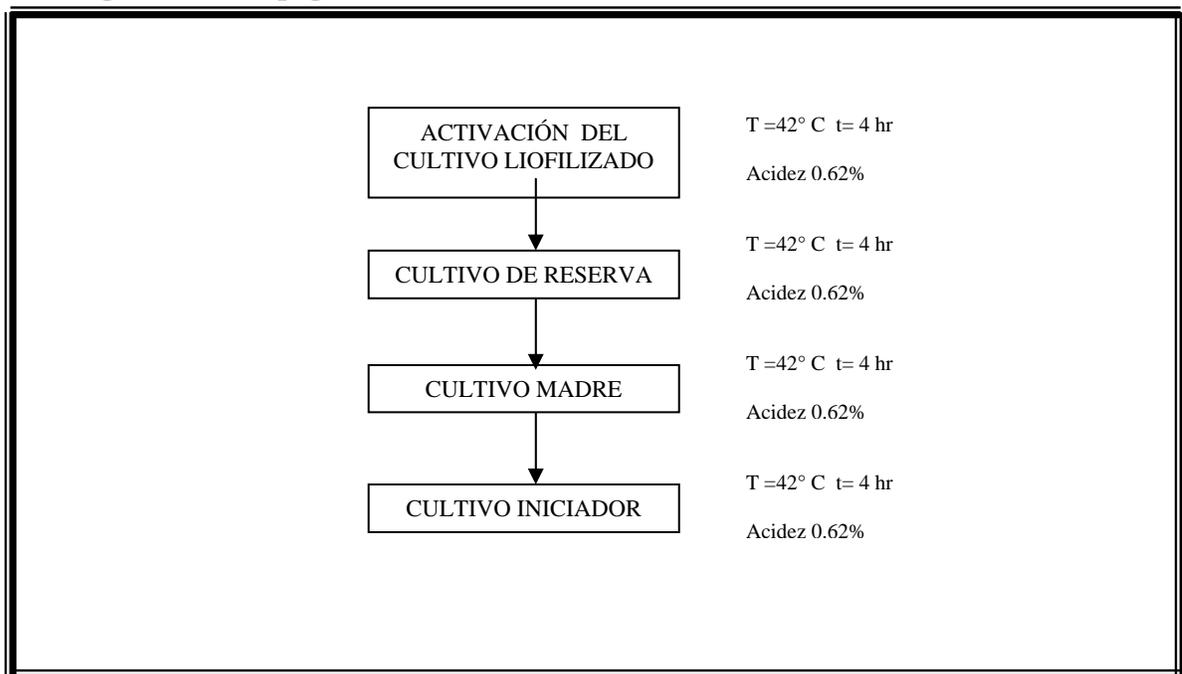
El cultivo para el yogurt debe aportar a la leche las bacterias acidolácticas que son responsables del proceso de acidificación.

Se utilizó un cultivo liofilizado de una mezcla de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* [1:1], estos cultivos requieren ser activados y propagados para obtener el cultivo madre y finalmente el intermedio que se utilizó en la inoculación de la leche de soya para la elaboración del yogurt.

Actividad 2.1 Preparación del cultivo

La activación del cultivo es muy importante ya que durante esta etapa se debe activar y multiplicar el número de microorganismos vivos mediante una fermentación, que nos permitirá tener cultivo disponible con la cantidad y tamaño necesario para llevar a cabo la siguiente siembra.

Diagrama 10. Propagación del cultivo iniciador



Actividad 2.1.1 Activación del cultivo liofilizado

Para la activación del cultivo y preparación del cultivo de reserva, madre e iniciador se utilizó leche descremada de vaca en polvo marca svelty la cual se rehidrató ajustando el contenido de sólidos totales al 12%, se tomaron 50 ml y se vertieron en matraces de cultivo de 250 ml, de igual forma se tomaron 10 ml de leche y se vertieron en tubos de cultivo de 50 ml, se taparon y se esterizaron en autoclave a 121 ° C por 15 minutos; una vez esterilizada la leche se refrigeró, y de esta manera puede conservarse hasta 10 días estéril.

Material y equipo:

- 1- Cultivo liofilizado
- 2- Leche semidescremada
- 3- Estufa
- 4- Tubos de cultivo
- 5- Recipiente de acero inoxidable
- 6- Incubadora
- 7- Refrigerador
- 8- Termómetro de 10-120°C
- 9- Autoclave
- 10- Pipetas
- 11- Balanza analítica
- 12- Asa

Procedimiento:

-Se limpia y esteriliza la mesa , se enciende un mechero para crear una área estéril y en este se esteriliza el asa hasta el rojo vivo y se deja enfriar.

-Del cultivo liofilizado de *S. thermophilus* y *L. bulgaricus* se inocularon dos asadas en condiciones de esterilidad a tres tubos de cultivo que contienen 10 ml de leche estéril.

-Se mezclaron perfectamente los contenidos.

-Se taparon y se incubaron a 42 ° C, por 4 hr o hasta formar un gel con una acidez de 0.62% de ácido láctico y un pH de 4.6.

-Obtenidas las condiciones finales se enfrió a 4°C y se almacenó en refrigeración de 8 a 12 hr antes de proceder a la propagación.

Actividad 2.1.2 Propagación del cultivo (cultivo de reserva)

En esta etapa se multiplican los microorganismos vivos partiendo del cultivo activado de donde se seleccionó el mejor tubo (por apariencia del gel), se tomó el inóculo con el cual se siembran tres tubos de cultivo que servirán para inocular el cultivo madre.

Material y equipo: El mismo de la actividad 2.2.1

Procedimiento:

- Para utilizar el cultivo activado éste es atemperado a 42 ° C en baño maría.
- Con una pipeta estéril se tomó una alícuota del 0.3 ml (3%) en condiciones de esterilidad directamente del cultivo activado, la cual se agregó a cada tubo con 10 ml de leche estéril, se taparon y se incubaron a 42 ° C, por 4 hr o hasta formar un gel con una acidez de 0.62% de ácido láctico y un pH de 4.6.
- Después de este tiempo se enfrió a 4°C y se almacenó en refrigeración de 8 a 12 hr antes de proceder al cultivo madre.

Actividad 2.1.3 Preparación y conservación del cultivo madre

La finalidad es continuar con la multiplicación de las células y una mejor adaptación al medio. Se sembraron tres matraces, por cada tubo del cultivo de reserva y que serán utilizados para la preparación del cultivo iniciador. El cultivo madre se conserva por 7 días a 4°C.

Material y equipo: El mismo de la actividad 2.2.1

- 1- Matraces de cultivo

Preparación del cultivo madre

- El cultivo de reserva se atemperó a 42 ° C en baño maría.
- Con una pipeta estéril se tomó una alícuota de 3 ml (3%) en condiciones de esterilidad directamente del cultivo propagado, y se agregó a cada matraz con 100 ml de leche estéril, se taparon y se incubaron a 42°C, por 4 hr o hasta formar un gel con una acidez de 0.62% de ácido láctico y un pH de 4.6.
- Después de este tiempo se enfrió a 4°C y se almacenó en refrigeración de 8 a 12 hr antes de su utilización.

-La conservación del cultivo madre consiste en la preparación de matraces, sembrados con el cultivo madre preparado anteriormente y que servirán para la preparación del cultivo iniciador además de tener medio de cultivo disponible durante toda la experimentación.

Actividad 2.1.4 Preparación del cultivo iniciador

El cultivo iniciador debe contar con la cantidad, tamaño de célula y actividad metabólica necesaria para inocular la leche de soya para la obtención del yogurt, y el gel obtenido debe ser similar al del cultivo madre.

Material y equipo: El mismo de la actividad 2.2.1

- 1- Matraces de cultivo

Procedimiento:-El cultivo madre se atemperó a 42 ° C en baño maría.

-Con una pipeta estéril se tomó una alícuota del 1.5 ml directamente del cultivo madre, y se agregó a un matraz con 50 ml leche estéril, se tapó se mezcló y se incubó sin agitación a 42 ° C, por 4 hr o hasta formar un gel con una acidez de 0.62% de ácido láctico y un pH de 4.6.

Después de este tiempo se enfrió a 4°C y se almacenó en refrigeración de 8 a 12 hr, antes de emplearse en la elaboración de yogurt de leche de soya.

Actividad 2.2 Estandarización de la leche de soya

Actividad 2.2.1 Estandarización del porcentaje de sólidos y del sustituto de lactosa:

El proceso para preparar yogurt de leche de soya es muy similar al del de leche de vaca, y por lo tanto la leche de soya debe cumplir con ciertos requerimientos tales como % de sólidos y, en ausencia de lactosa la adición de un azúcar sustituto que permita el desarrollo de los microorganismos responsables de la fermentación. Tomando en cuenta estos factores se seleccionaron diferentes azúcares que se muestran en la Tabla 17.

Estandarización de sólidos.

Para lograr la estandarización de sólidos en la leche de soya se le realizó una evaporación, tomando una muestra cada 5 min. y realizando la lectura de °Brix (sólidos solubles) mediante refractómetro, hasta llegar al % de sólidos requeridos. El porcentaje de sólidos para la estandarización se estableció tomando como base el valor mínimo, el valor intermedio y el valor máximo de sólidos requeridos por el cultivo de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, para llevar a cabo una buena fermentación, estos fueron 8, 10 y 15%. Tabla 17

Selección del carbohidrato.

El *Streptococcus thermophilus* es capaz de fermentar la lactosa, sacarosa, glucosa y fructuosa, en tanto que el *Lactobacillus bulgaricus*, fermenta la lactosa, glucosa, fructuosa y galactosa. Por lo que para la selección del azúcar fermentable se utilizaron glucosa y sacarosa en diferente proporción resultando 9 experimentos que se muestran en la Tabla 17 y con cada uno de ellos se llevó a cabo la fermentación para elaborar yogurt de leche de soya tomando como parámetros de control durante la fermentación el pH y la acidez, así como la formación de un gel firme.

Tabla 17. Formulaciones para la selección de sólidos y carbohidrato.

% de sólidos	Concentración del carbohidrato
8	Dextrosa 7%
8	Sacarosa 7%
8	Dextrosa 3% Sacarosa 4%
10	Dextrosa 7%
10	Sacarosa 7%
10	Dextrosa 3% Sacarosa 4%
12	Dextrosa 7%
12	Sacarosa 7%
12	Dextrosa 3% Sacarosa 4%

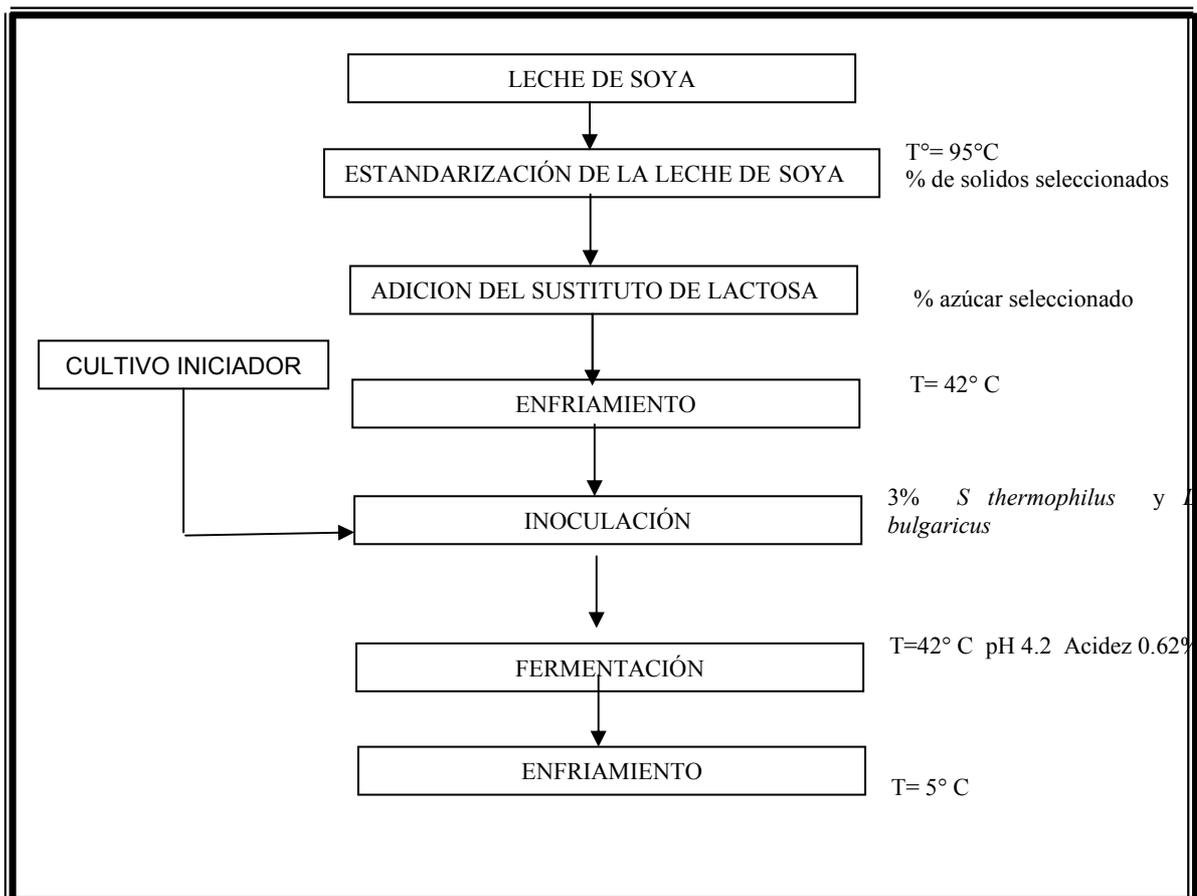
ACTIVIDAD 2.3 Elaboración del yogurt de leche de soya.

Después de estandarizar los sólidos de la leche de soya y la selección del sustituto de lactosa se procedió a elaborar el yogurt cuyas operaciones son similares a las de un proceso de elaboración de yogurt apartir de leche de vaca, (Diagrama 11).

Material y equipo

- 1- Cultivo iniciador
- 2- Leche soya estandarizada
- 3- Estufa
- 4- Matraces de cultivo
- 5- Recipiente de acero inoxidable
- 6- Incubadora
- 7- Refrigerador
- 8- Termómetro de 10-120°C
- 9- Recipientes para yogurt
- 10- Autoclave
- 11- Pipetas

Diagrama 11. Proceso de elaboración del producto tipo yogurt de leche de soya.



Descripción del proceso de elaboración de yogurt de leche de soya:

a) Estandarización de la leche de soya.

La leche de soya se calienta en una parilla eléctrica hasta ebullición 95 ° C, donde se evapora la leche de soya controlando los grados brix mediante refractómetro, hasta obtener el porcentaje de sólidos seleccionado en la actividad 2.2.1.

b) Adición del sustituto de lactosa

Una vez estandarizado el contenido de sólidos se le agregó el azúcar con la concentración seleccionada en la actividad 2.2.1 hasta la disolución completa.

c) Enfriamiento

Después de la adición del azúcar se disminuye la temperatura de la leche de soya de 92° C hasta 42°C en baño de hielo. Esta temperatura es la óptima para la inoculación y desarrollo de los microorganismos durante la fermentación.

d) Inoculación

- El cultivo iniciador previamente elaborado se atempera a 42 ° C a baño maría.
- Con una pipeta estéril se toma una alícuota del 3% y, se agrega a un matraz de cultivo con 500 ml leche de soya con los sólidos requeridos y el azúcar fermentable adicionado.
- Se tapa, se mezcla y se incuba sin agitación a 42 ° C.

e) Fermentación

La fermentación se lleva a cabo a 42°C, temperatura en la cual los cultivos de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* se multiplican y producen ácido láctico y compuestos aromáticos. La relación de simbiosis que existe entre estos dos microorganismos incrementa los niveles de ácido láctico y acetaldehídos producidos en el yogurt.

La fermentación se lleva a cabo en una incubadora por un período de 4-6 hr, y/o hasta obtener un pH de aproximadamente 4.2-4.3, una acidez de 0.62% y la formación de un gel firme, en este momento el fermento se introduce en un baño de hielo para evitar la formación excesiva de acidez y lograr una textura gelatinosa agradable.

f) Enfriamiento

Cuando la fermentación alcanza la acidez correcta, debe efectuarse un enfriamiento rápido desde 42°C hasta 5°C. Con lo que se detiene la fermentación llevada a cabo por los microorganismos, evitando el aumento de la acidez además de matener vivas las bacterias dentro del producto.

Actividad 2.4 Análisis de yogurt de leche de soya.

Después de elaborado el yogurt se le realizaron los análisis correspondientes para verificar que cumpliera con los parámetros marcados por la noma NMX-F-44-1982, y con las características organolépticas típicas para este tipo de producto.

Actividad 2.4.1 Análisis fisicoquímicos: pH y acidez

El pH y la acidez son parámetros de control en la elaboración del yogurt. Para esta actividad se sembraron tubos de cultivo que se fermentaron en paralelo y a las mismas condiciones que los matraces con leche de soya, y a los cuales se le realizaron las mediciones de pH y acidez cada 30 min. Durante el tiempo que duró la fermentación. (Tabla 17)

Tabla 18. Descripción de parámetros Fisicoquímicos

Análisis	Prueba	Técnica	Materiales y equipos	Referencia
Fisicoquímico	pH	Directo	Potenciómetro	AOAC 2000 32.010
	Acidez	Titulación Directa	Material de vidrio para titulación Fenolftaleina Hidróxido de sodio 0.1 N	AOAC 2000 947.05

Las pruebas se efectuaron por triplicado y los resultados se sometieron a un análisis estadístico (Varianza y Desviación estandar).

Actividad 2.4.2 Análisis sensorial: Prueba de grado de aceptación.

La evaluación sensorial, resulta hoy imprescindible para evaluar y analizar la calidad sensorial de los alimentos, son la pauta para determinar si un producto será consumido por la comunidad a la que se destina; es por esta razón que se aplicó una evaluación sensorial de grado de aceptación al yogurt de leche de soya seleccionado.

El yogurt de leche de soya obtenido se evaluó por medio de una prueba hedónica, después de 24 horas de elaboración. El panel se realizó con 30 personas de la comunidad de la FES – CUAUTITLAN que son consumidores habituales de yogurt, a los cuales se le, entregó la siguiente encuesta con sus respectivas muestras. (Tabla 19) (Nelson, I.A)

Tabla 19. Prueba de aceptación de yogurt de leche de soya

Producto: Yogurt	Fecha:
------------------	--------

Indique que tanto le gusta o le disgusta la muestra, según la siguiente escala:

	M
1. Me disgusta muchísimo	_____
1. Me disgusta mucho	_____
2. Me disgusta	_____
3. Me disgusta ligeramente	_____
4. Ni me gusta ni me disgusta	_____
5. Me gusta ligeramente	_____
6. Me gusta	_____
7. Me gusta mucho	_____
8. Me gusta muchísimo	_____

Comentarios

Los resultados de la encuesta se evaluaron con un análisis de varianza

Actividad 2.4.3 Analisis químicos

Las características organolépticas finales del yogurt son originadas por el contenido de proteína, grasa, carbohidratos presentes en este producto, es por ésto la importancia de cuantificar estos compuestos.

El yogurt elaborado debe reunir las siguientes especificaciones de acuerdo a la NMX-F44-1982 para yogurt batido clase II: un contenido mínimo de proteína de 3.4%, un mínimo de 12% de sólidos totales, un pH de 4.2–4.5 y una acidez de 0.8 a 1.8% de muestra

Tabla 20. Descripción de Técnicas para la determinación de Parámetros Químicos

Análisis	Prueba	Técnica	Material y equipo	Referencia
Químicos	Humedad y/o sólidos totales	Secado por estufa	Estufa de aire Balanza analítica Pesafiltros a peso constante	AOAC 2000 925.23
	Nitrógeno Proteico	Micro Kjeldahl	Micro digestor Ac. Sulfúrico conc. Mezcla catalizadora Micro destilador Hidróxido de sodio 50% Tiosulfato de sodio Rojo de metilo Azul de metileno Ac clorhídrico 0.02N Material de vidrio para titulación.	AOAC 2000 920.105
	Grasa	Gerber	Butirómetros Gerber Centrífuga Baño Maria	AOAC 2000 989.05
	Cenizas	Klemm	Crisoles a peso cte. Desecador Balanza analítica Mufla	AOAC 2000 925.23
	Carbohidratos	Lane y Eynon	Material de vidrio para titulación Parrilla de calentamiento Solución de Fehling	AOAC 2000 923.09

Las pruebas se efectuaron por triplicado y los resultados se sometieron a un análisis estadístico (Varianza y Desviación estandar).

Objetivo Particular 3.

Actividad 3.1 Adición de pulpa de maracuyá

Para enmascarar el sabor característico de la soya que no es muy aceptado por la población se propuso la adición de pulpa de maracuyá. El maracuyá es un fruto muy aromático, rico en ácidos cítricos, es atractivo sensorialmente, por su balance entre lo dulce y lo ácido y su elevada concentración de pigmentos. En la industria alimentaria se utiliza para la elaboración de bebidas y jugos mezclados. Es por esta razón que se decidió trabajar con esta fruta exótica ya que por las características antes mencionadas se logra un producto final más atractivo y por ende más aceptable al consumidor.

Para saber la cantidad adecuada de pulpa que se debe utilizar se propusieron dos porcentajes, donde predomine el sabor de yogurt con una acidez agradable:

1. 6%
2. 8%

Finalmente se evaluó la consistencia, el color y el sabor por el personal del laboratorio y posteriormente se aplicó la prueba sensorial de grado de aceptación.

Actividad 3.2 Análisis sensorial: Prueba de grado de aceptación.

Se aplicó una prueba hedónica al yogurt con pulpa de maracuyá seleccionado en la actividad 3.1. El cual se evaluó después de 24 horas de elaboración. El panel se realizó con 30 personas la comunidad de la FES – CUAUTITLAN que son consumidores habituales de yogurt, a los cuales se les entregó la siguiente encuesta con sus respectivas muestras.

Tabla 21. Prueba de aceptación de yogurt de leche de soya con pulpa de maracuya al 6%

Producto: Yogurt de maracuya

Fecha:

Indique que tanto le gusta o le disgusta la muestra, según la siguiente escala:

M

- | | |
|--------------------------------|-------|
| 1. Me disgusta muchísimo | _____ |
| 9. Me disgusta mucho | _____ |
| 10. Me disgusta | _____ |
| 11. Me disgusta ligeramente | _____ |
| 12. Ni me gusta ni me disgusta | _____ |
| 13. Me gusta ligeramente | _____ |
| 14. Me gusta | _____ |
| 15. Me gusta mucho | _____ |
| 16. Me gusta muchísimo | _____ |

Comentarios

Los resultados de la encuesta se evaluaron con un análisis de varianza

RESULTADOS Y ANALISIS

Objetivo particular 1

Actividad 1.1 Elaborar leche de soya por el proceso tradicional. y determinar las características organolépticas (color, olor, sabor y consistencia) para identificar los defectos de ésta

Una vez elaborada la leche por el proceso tradicional se llevó acabo el análisis organoléptico obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 22. Análisis organoléptico de la leche elaborada por el proceso tradicional.

Parámetro	Resultado
Color	Café
Olor	A frijol
Sabor	Fuerte a frijol
Consistencia	Arenosa

De la tabla anterior podemos observar los defectos que presenta esta leche tales como un color café, un olor y sabor fuerte a frijól y una sensación arenosa debido a ésto se planteó optimizar las condiciones y proponer operaciones alternativas al proceso tradicional para mejorar las características sensoriales, y que permitieran obtener una leche de mejor calidad.

Actividad 1.2 Propuesta de condiciones y operaciones adicionales al proceso tradicional para disminuir los defectos de la leche de soya.

Una vez identificados los defectos de la leche obtenida en la actividad 1.1 se propusieron operaciones adicionales como fueron el escaldado, descascarillado, blanqueado de los frijoles de soya. Por lo que resultaron tres propuestas de proceso (Diagrama 10, 11 y 12). Dando como resultado tres leches, las cuales se elaboraron en el laboratorio, y se sometieron a un análisis organoléptico con el personal del mismo.

Actividad 1.2.1 Elaboración de leche de soya con la aplicación de dos blanqueados con carbonato y bicarbonato de sodio

Al proceso 1 (diagrama 10), se le incorporaron dos blanqueados con una mezcla de Na_2CO_3 y Na_2HCO_3 a los frijoles de soya antes de la molienda, lo que provocó un ascenso del pH a un valor de 10 al que se inactivan las lipoxigenasas, causantes del sabor afrijolado en la leche de soya, minimizando así el mal sabor durante la preparación de la leche de soya por este proceso.

Como es sabido, la lipoxigenasa presente en el frijol de soya crudo, es la responsable de que aparezca el sabor afrijolado en la leche de soya, un gran número de compuestos con poco peso molecular se empiezan a formar tan pronto como la enzima lipoxigenasa, comienza a actuar sobre los ácidos grasos naturales de la soya. Esto ocurre durante el rompimiento celular en presencia de agua y aire. Al mezclar las enzimas y substratos en un medio acuoso, la lipoxigenasa cataliza la oxidación de los ácidos grasos insaturados mediante oxígeno molecular. La enzima actúa específicamente sobre los ácidos grasos poliinsaturados que contiene al grupo cis, cis-pentadieno-1,4, como los ácidos linoléico, linolénico y araquidónico para transformarlos en hidroperóxidos. Estos hidroperóxidos se descomponen para producir el sabor afrijolado o componentes del sabor, tales como: ceto-vinil-eti-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, (Liu, K. 2001).

Lo anterior se comprobó, con la mejora del sabor y del olor, con respecto a la leche obtenida por el proceso tradicional en la actividad 1.1. Sin embargo la diferencia del color con respecto a la leche obtenida por el proceso tradicional mejora muy poco además de mantener una consistencia arenosa, esto debido a la oxidación de los frijoles en contacto con el agua y la cantidad de sólidos insolubles aportados por la cascarilla. (Tabla 22)

Actividad 1.2.2 Elaboración de leche de soya con la aplicación de un escaldado a 95° C durante 15 min., un descascarillado, dos blanqueados con carbonato y bicarbonato de sodio y un filtrado adicional.

Al proceso 2 para elaborar leche de soya (diagrama 11) se incorporó un escaldado inicial a una $T=95^{\circ}\text{C}$; para disminuir la cantidad de rafinosa y estaquiosa además de hidratar los frijoles de soya y así facilitar el descascarillado de éstos, operación con la que se elimina la cascarilla y el hilum que afectan principalmente el color de la leche además de eliminar gran parte de materia insoluble (celulosa) que causa la sensación arenosa en el producto final.

Se le aplicaron dos blanqueados con una mezcla de Na_2CO_3 y Na_2HCO_3 , a los frijoles de soya descascarillados con la misma finalidad que en la actividad 1.2.1.

Para eliminar la sensación arenosa se aplicó un doble filtrado, el primero a través de malla 80 de la serie Tyler y después por malla 150 de la serie Tyler, posterior a la cocción dando como resultado un aumento en la calidad de la leche de soya y vida de anaquel del producto final, mejorando

considerablemente la consistencia de la leche de soya. La calidad organoléptica mejoró considerablemente ya que el sabor y olor que presenta es ligero a cereal, no obstante la leche tenía un color amarillento que sería un defecto presente en el yogurt. (Tabla 22)

Actividad 1.2.3 Elaboración de leche de soya con un escaldado en agua caliente con adición de bisulfito de sodio, un descascarillado y dos blanqueados con carbonato y bicarbonato de sodio y un filtrado adicional.

Al proceso 3 para elaborar leche de soya (diagrama 12) se adicionó un escaldado inicial a una T=95° C adicionado bisulfito de sodio, el cual eliminó una gran cantidad de color de los frijoles de soya, debido a la reacción de los oxoaniones del azufre con los grupos carbonilos de los azúcares reductores y de otros compuestos participantes en el oscurecimiento. La adición del bisulfito retarda el proceso de oscurecimiento además la reacción elimina los cromóforos carbonilos de las estructuras melanoidínicas produciendo un efecto de blanqueado sobre el pigmento, además de facilitar el descascarillado.

Los resultados obtenidos con el descascarillado y los blanqueados con Na₂CO₃ y Na₂HCO₃ son mencionadas en los resultados de la actividad 1.2.2. Con estas operaciones se mejoraron la consistencia y el sabor de la leche de soya.

En esta actividad el cambio más importante fue la utilización de bisulfito de sodio el cual fue empleado como blanqueador y con el cual se mejoró notablemente el color, amarillento de la leche obtenida en la actividad 1.2.2 a un color crema aperlado obtenido en esta actividad. Además de tener un olor y sabor muy suave a cereal y con la aplicación de un doble filtrado, el producto obtenido por este proceso resultó de muy buena calidad organoléptica. (Tabla 21)

Tabla 23. Análisis organoléptico de las leches elaboradas en la actividad 1.2.

Leche	Color	Olor	Sabor	Consistencia
Proceso 1	Ligeramente café	A soya	Ligero a soya	Líquida arenosa
Proceso 2	Amarillento	A fécula	Ligero a fécula	Líquida ligeramente arenosa
Proceso 3	Crema aperlado	Suave	Suave	Líquida

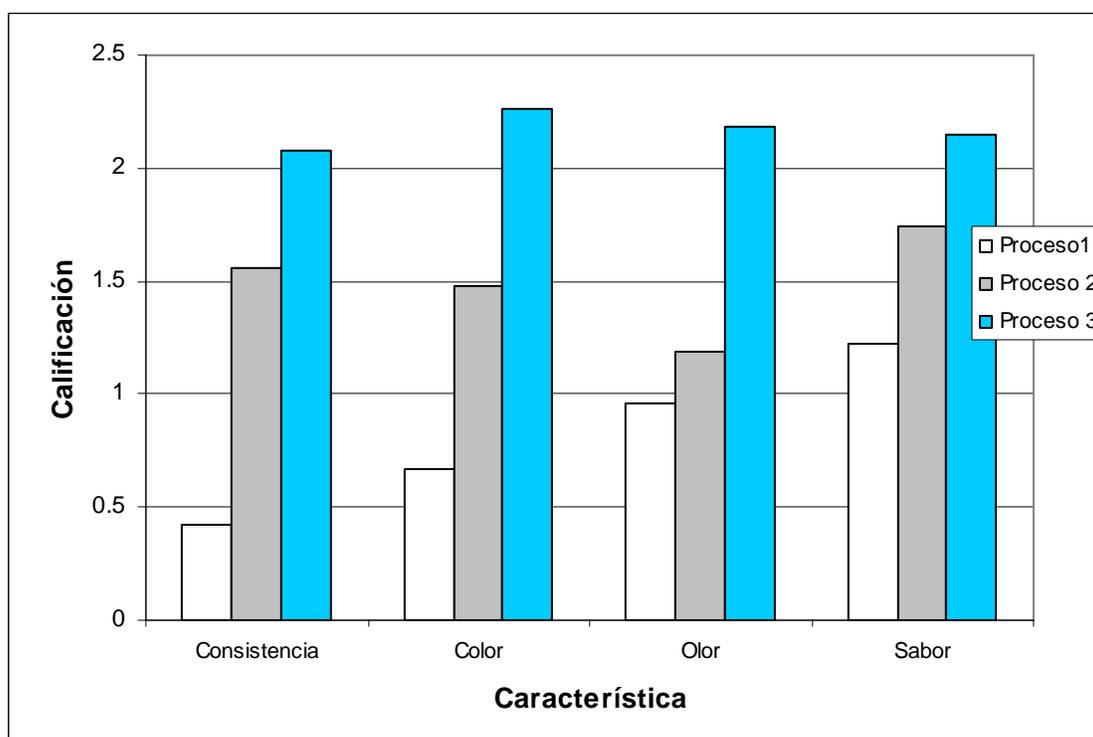
Los colores se determinaron tomando como referencia a la leche de vaca.

Actividad 1.3 Análisis de la leche de soya

Actividad 1.3.1 Prueba sensorial de grado de aceptación : color, olor, sabor y consistencia a la leche elaborada en la actividad 1.2.

Para llevar a cabo esta prueba se eligieron las tres leches obtenidas en la actividad 1.2. (diagramas 10, 11 y 12) Las leches se sometieron a una prueba de aceptación a través de una evaluación sensorial (Tabla 11) tomando como parámetros la consistencia, el olor, color y el sabor. Los resultados de la evaluación de los jueces (comunidad de la FES Cuautitlán) se presentan a continuación.

Gráfica 1. Calificaciones a la evaluación sensorial de la leche de soya



Evaluación con 28 jueces

Tabla 24 Calificaciones de la evaluación sensorial

Calificación	Resultado
-1 a -4	Desagrado total al producto
0	No es de agrado ni desagrado
1 a 4	Grado de aceptación del producto

Para analizar los resultados de las calificaciones de la prueba sensorial de grado de aceptación de los diferentes procesos de elaboración de leche de soya, (Gráfica 1) a la respuesta de los jueces se le dio un valor numérico como se indica en la Tabla 24 y se utilizó un análisis de varianza, en el cual se indicó que el valor calculado de la relación de variación (F) entre las muestra evaluadas, es mayor que el valor de F critica (Fc) al 5 % de significancia por lo que las muestras evaluadas no son iguales; puesto que hay una diferencia significativa entre ellas. Lo que indica que el proceso 1 es diferente al proceso 2 y al proceso 3, ya que tiene una calidad organoléptica mayor a la de los otros procesos ahí la diferencia tan significativa.

<i>F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
36.6386258	4.256492048

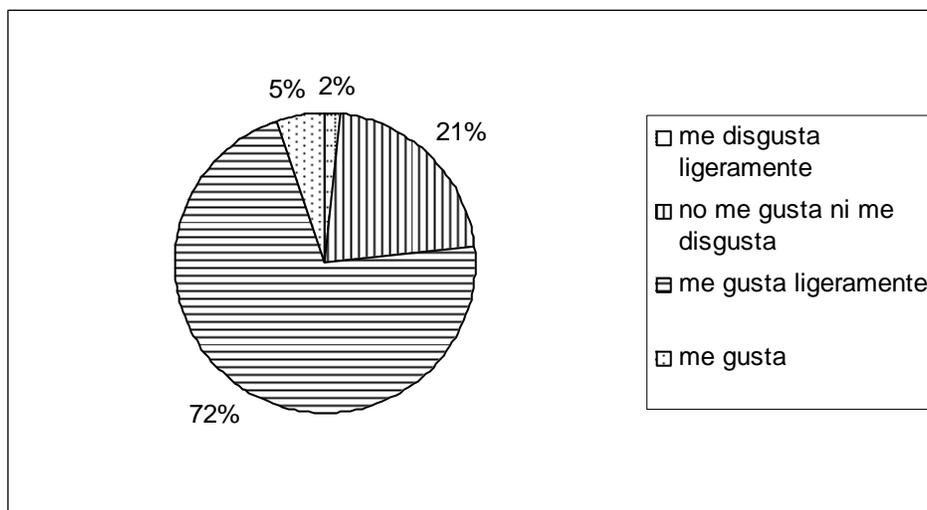
En cuanto a los juicios emitidos por los jueces, puesto que el valor calculado de la relación de variación (F) es menor al critico (Fc) no hay diferencia significativa, es decir hay congruencia entre los juicios emitidos y por lo tanto son confiables, y se concluye el nivel de agrado del producto.

<i>F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
0.89655172	2.68869371

Selección del proceso de elaboración de leche de soya.

Para seleccionar el proceso de elaboración de leche de soya se analizaron los resultados de las calificaciones de la prueba sensorial de grado de aceptación utilizando un análisis de varianza. Los resultados se muestran a continuación

Grafica 2 Prueba sensorial de grado de aceptación de la leche de soya elaborada por el proceso 1

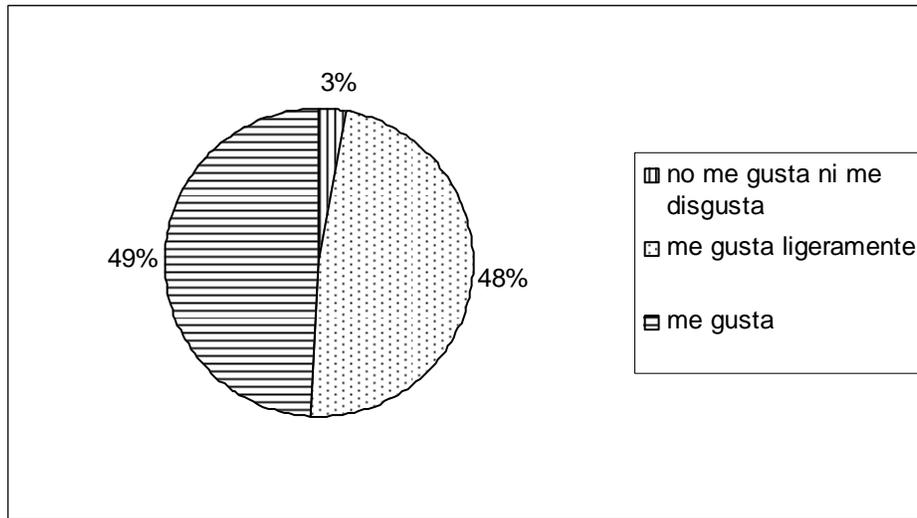


Análisis de varianza

<i>F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
15.5583596	2.688693712

La leche elaborada por el proceso 1. en la actividad 1.2.1 fue calificada por la comunidad de la FES-Cuautitlán con valores de “me gusto ligeramente” por el 72 % de los jueces, además de tener algunas calificaciones de disgusto al producto, esto se ve reflejado en el análisis de varianza realizado en el cual indicó que el valor calculado de la relación de variación (F) entre las muestra evaluadas, es mayor que el valor de F critica (F_c) al 5 % de significancia y que muestra que hay diferencia en los juicios emitidos como puede observarse en la Gráfica 2 en donde se obtuvieron cuatro respuestas para el mismo producto. Debido a las características organolépticas indeseables presentes en esta leche, y que son explicadas en la actividad 1.2.1. Por lo que este proceso fue rechazado, por las calificaciones bajas y negativas que muestran que hay una diferencia significativa en el juicio emitido por parte de los jueces.

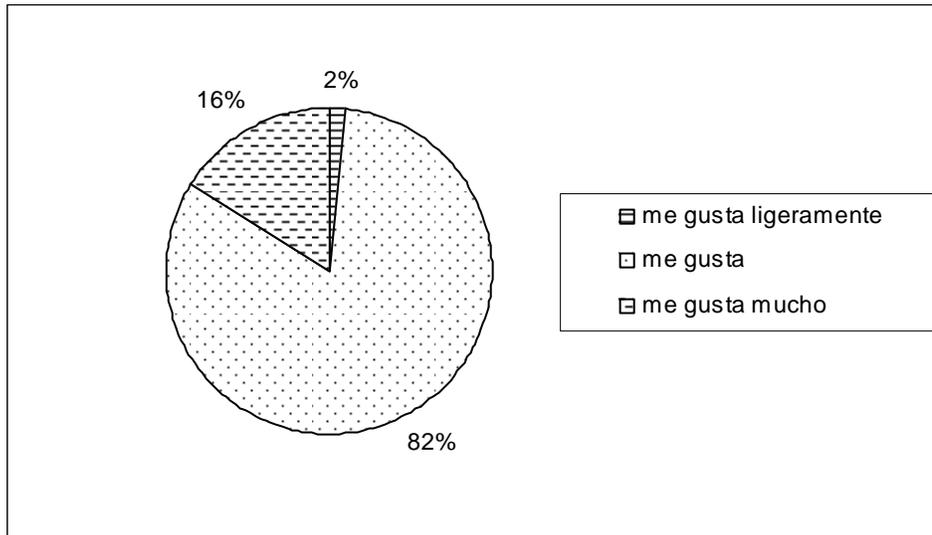
Grafica 3 Prueba sensorial de grado de aceptación a la leche de soya elaborada por el proceso 2



<i>F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
5.06115418	2.69197642

La leche elaborada por el proceso 2. en la actividad 1.2.2 fue calificada por la comunidad de la FES-Cuautitlán con valores de “me gusta ligeramente” con el 48% y “me gusta” con el 49% de los jueces, como se puede ver en el análisis de varianza en el cual indicó que el valor calculado de la relación de variación (F) entre las muestra evaluadas, es mayor que el valor de F crítica (F_c) al 5 % de significancia muestra que hay una diferencia en el juicio emitido como puede observarse en la grafica 3 Un resultado aprobatorio pero con calificaciones bajas y una incongruencia en el juicio emitido. Lo que demostró que las operaciones aplicadas mejoraron el producto pero no al nivel deseado por lo que este proceso también fue rechazado.

Grafica 4 Prueba sensorial de grado de aceptación a la leche de soya elaborada por el proceso 3



<i>F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
2.00296296	2.69197642

La leche elaborada por el proceso 3. en la actividad 1.2.3 fue calificada por la comunidad de la FES-Cuautitlán con valores totalmente aceptables obteniendo el mayor porcentaje “me gusta”, y en el análisis de varianza realizado, en el cual indicó que el valor calculado de la relación de variación (F) entre las muestra evaluadas, es menor que el valor de F crítica (F_c) al 5 % de significancia se observa que no hay diferencia significativa por lo que hay congruencia en los juicios emitidos. Por lo que este resultado se tomo como aceptable y se corroboró que las operaciones utilizadas en este proceso fueron de gran utilidad para disminuir las características indeseables en la leche de soya, por lo que este proceso fue seleccionado por las características organolépticas finales que tuvo la leche de soya. (Tabla 22)

Actividad 1.3.2 Análisis físico, químico y fisicoquímico a la leche elaborada bajo las condiciones seleccionadas en la actividad 1.3.1

Otro factor de suma importancia fue la determinación de los parámetros de la leche de soya ya que nos indicó si la leche tenía las condiciones para poder ser utilizada como materia prima para realizar la fermentación y elaborar un producto tipo yogurt en donde el cultivo iniciador debe contar con las condiciones adecuadas de pH y acidez, y el sustrato necesario para llevar a cabo la fermentación, además de la cantidad suficiente de proteína, materia grasa, para desarrollar las características típicas de este tipo de producto. Los sólidos totales en la leche de soya nos sirvieron de referencia para llevar a cabo la estandarización para la obtención de un producto de alta calidad. (Moreno G.B.1996)

Una vez seleccionado el proceso de leche de soya obtenido en la actividad 1.2.3 por su características organolépticas ideales para la elaboración de un producto tipo yogurt se le realizó un análisis físico, químico y fisicoquímico, cuyas pruebas se realizaron por triplicado obteniéndose el promedio en cada uno de los parámetros evaluados.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 25. Análisis a la leche de soya

Análisis físico de la leche de soya				
Parámetro	Bibliográfico ¹	Experimental	Varianza	Desviación estándar
Densidad	1.022 g/ml	1.024 g/ml*	1.5556E-06	0.0015

Análisis fisicoquímico de la leche de soya				
Parámetro	Bibliográfico ¹	Experimental	Varianza	Desviación estándar
pH	6.97	6.96*	0	0.0000
Acidez (láctico)	0.03%	0.04%*	0	0.0000

Análisis químico de la leche de soya				
Parámetro	Bibliográfico ¹	Experimental	Varianza	Desviación estándar
	%	%		
Humedad	92.1	91.8	0.0060	0.1000
Sólidos totales	7.89	8.2	0.0006	0.0300
Grasa	1.90	1.85	0.0016	0.0500
Proteína	3.80	3.9	0.0866	0.3605
Carbohidratos	1.80	2.05	0.0004	0.0252
Cenizas	0.39	0.4	0.0002	0.0020

ASA 2000 "Soymilk yogurt". México. *promedio de tres determinaciones

De acuerdo a los resultados físicos de la tabla 23 la densidad es similar a la de la leche reportada en la bibliografía, en cuanto a los fisicoquímicos la leche tiene las condiciones para que los microorganismos *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* lleven a cabo la fermentación. Finalmente los resultados del análisis químico nos dicen que es una leche rica en sólidos formados por proteínas, grasa, carbohidratos y minerales. La cantidad de proteínas mejoran la firmeza del producto tipo yogurt y brindan al gel una mayor resistencia a los daños mecánicos, evitando así el desuerado durante su manejo, (Nelson, I. A).

El contenido graso tiene una importante contribución en la viscosidad, textura y apariencia del producto y coadyuva a evitar la sinéresis. Los carbohidratos son uno de los componentes más importantes ya que es el sustrato para que los microorganismos lleven a cabo la fermentación; sin embargo la leche de soya no contiene lactosa por lo que hubo necesidad de agregar azúcares simples que sirvieron de sustrato a los cultivos lácticos utilizados. Los parámetros antes descritos influyen en la obtención de un producto de calidad y con las características típicas del yogurt. (Nelson, I. A).

Objetivo Particular 2.

Actividad 2.1 Activación del cultivo

Al igual que el yogurt de leche de vaca, el de soya se produjo fermentando la leche de soya con un cultivo liofilizado de *Streptococcus thermophilous* y *Lactobacillus bulgaricus*. [1:1] El cual tuvo que ser activado para incrementar la cantidad de microorganismos vivos llevando a cabo la operación con leche sveltys durante 4 hr de fermentación tiempo en el que se alcanzó un pH de 4.2 y una acidez de 0.85, y un gel firme, con el que posteriormente se realizó el cultivo madre con las mismas características y con el cual se elaboró el cultivo intermedio que además de incrementar el numero de microorganismos vivos nos sirvió para tener medio de cultivo disponible durante toda la experimentación ya que se conservó en el refrigerador a 4°C por 7 días.

Actividad 2.2 Estandarización de leche de soya.

Actividad 2.2.1 Estandarización del porcentaje de sólidos y del sustituto de lactosa.

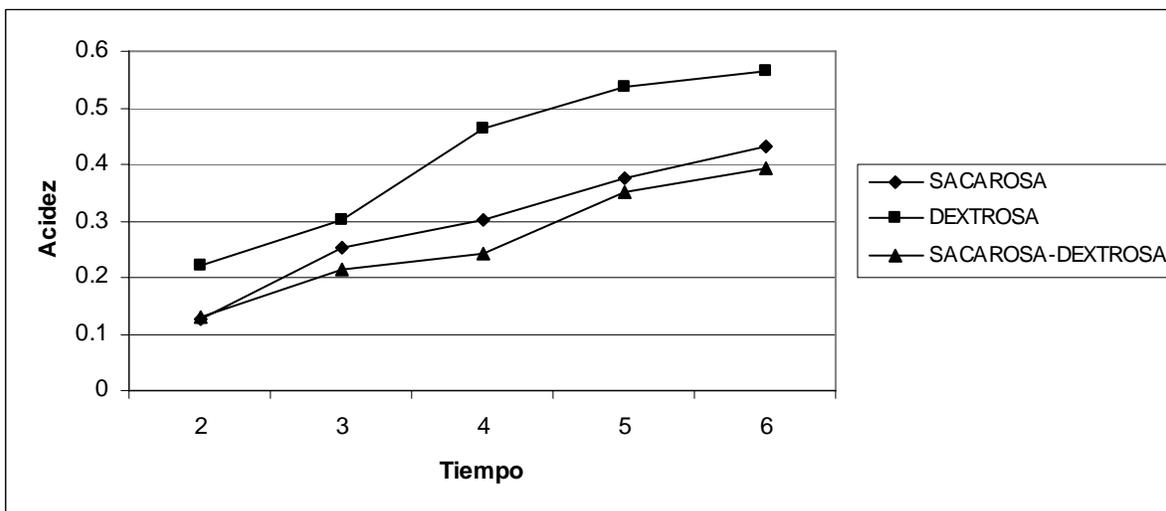
La selección del porcentaje de sólidos totales, así como la del sustituto de lactosa se llevó a cabo realizando una fermentación utilizando como parámetros finales de control un pH = 4.2 y una acidez = 0.62, que corresponde al punto isoeléctrico de las proteínas de la soya y por lo tanto a la formación del coágulo en la leche de soya. (ASA. 1992)

Para la estandarización de la leche de soya se realizaron 9 experimentos utilizando 3 concentraciones de sólidos y cada concentración utilizada con 2 diferentes carbohidratos dextrosa 7%, sacarosa 7% y una combinación de ambos dextrosa 3% sacarosa 4% los resultados de esta actividad se muestran en las siguientes tablas. (ASA. 2000)

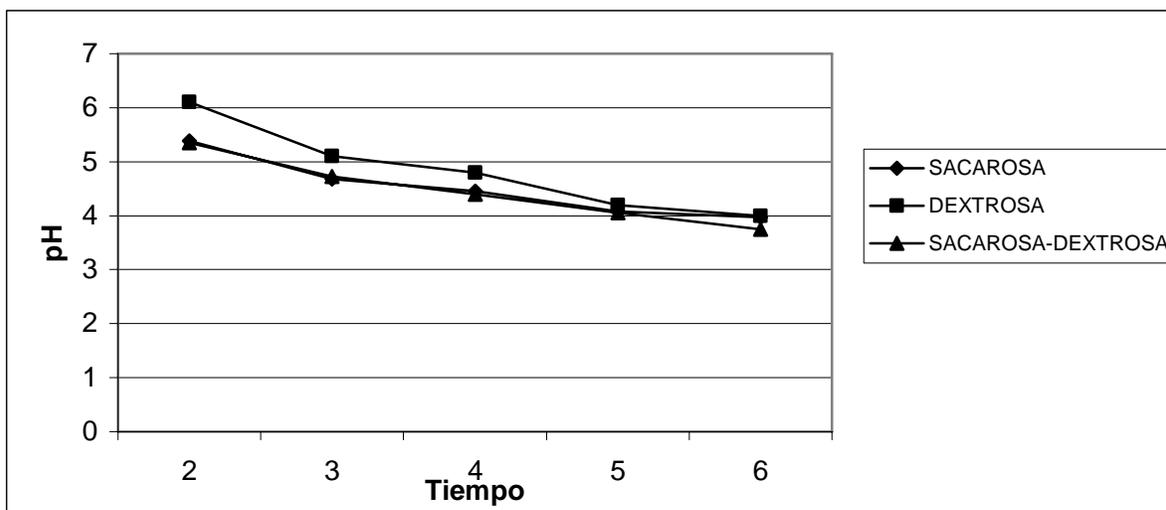
Tabla 26. Yogurt elaborado con 8% de sólidos totales

Tiempo (hr)	7% Sacarosa		7% Dextrosa		4% Sacarosa- 3% Dextrosa	
	Acidez	pH	Acidez	pH	Acidez	pH
2	0.1256	5.39	0.2218	6.10	0.1297	5.35
3	0.2511	4.68	0.3013	5.10	0.2134	4.73
4	0.3013	4.46	0.4645	4.80	0.2427	4.39
5	0.3767	4.08	0.5357	4.20	0.3515	4.05
6	0.4311	3.97	0.5650	4.00	0.3934	3.75

Grafica 5. Valores de acidez durante la fermentación de yogurt de leche de soya al 8% de sólidos totales



Grafica 6. Valores de pH durante la fermentación de yogurt de leche de soya al 8% de sólidos totales



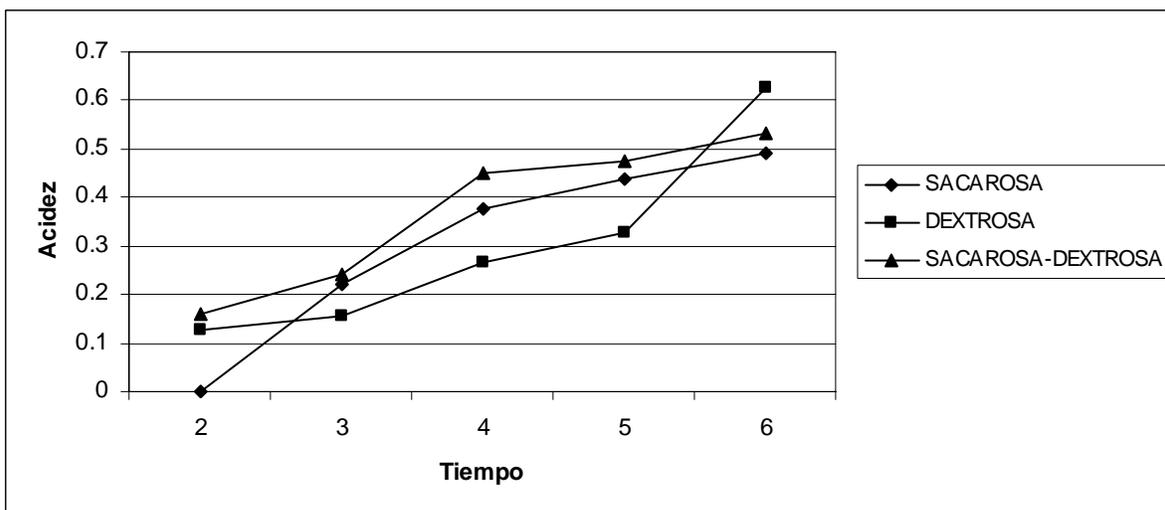
Los resultados de la leche de soya con 8% de sólidos y las tres diferentes formulaciones del sustituto de lactosa no fueron satisfactorias debido a que la cantidad de sustrato disponible en la leche de soya no fue suficiente para la producción de la cantidad necesaria de ácido láctico, responsable de la formación del coágulo, firmeza y sabor ácido característicos del yogurt, por lo que estas formulaciones fueron rechazadas por no cumplir con este parámetro de control (acidez 0.62%).

Como se puede observar en las tablas con ninguno de los azúcares empleados, a las concentraciones establecidas se obtuvo el mínimo porcentaje de acidez requerido y el pH está fuera de norma, debido a que la cantidad de sólidos totales de 15% no fue la suficiente para que los microorganismos produjeran el ácido láctico necesario para la formación del coágulo ya que la precipitación de las proteínas de la soya no se llevó a cabo por que no se llegó a su punto isoeléctrico. Posiblemente el cultivo utilizado desarrolló ciertos metabolitos los cuales causaron la disminución del pH sin la formación de la cantidad necesaria de acidez. (Moreno G.B)

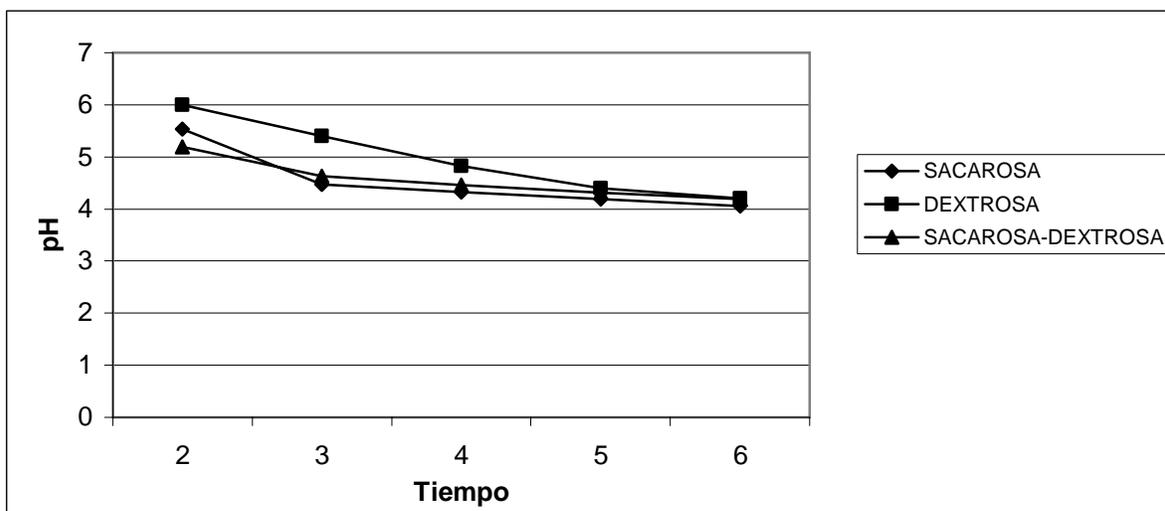
Tabla 27. Yogurt elaborado con 10% de sólidos totales

Tiempo (hr)	7% Sacarosa		7% Dextrosa		4% Sacarosa-3% Dextrosa	
	Acidez	pH	Acidez	pH	Acidez	pH
2	0.1700	5.53	0.1256	6.00	0.1600	5.19
3	0.2200	4.47	0.1548	5.40	0.2400	4.63
4	0.3767	4.33	0.2678	4.83	0.4520	4.46
5	0.4394	4.19	0.3264	4.40	0.4729	4.31
6	0.4896	4.05	0.6278	4.20	0.5315	4.19

Grafica 8. Valores de acidez durante la fermentación de yogurt de leche de soya al 10% de sólidos totales



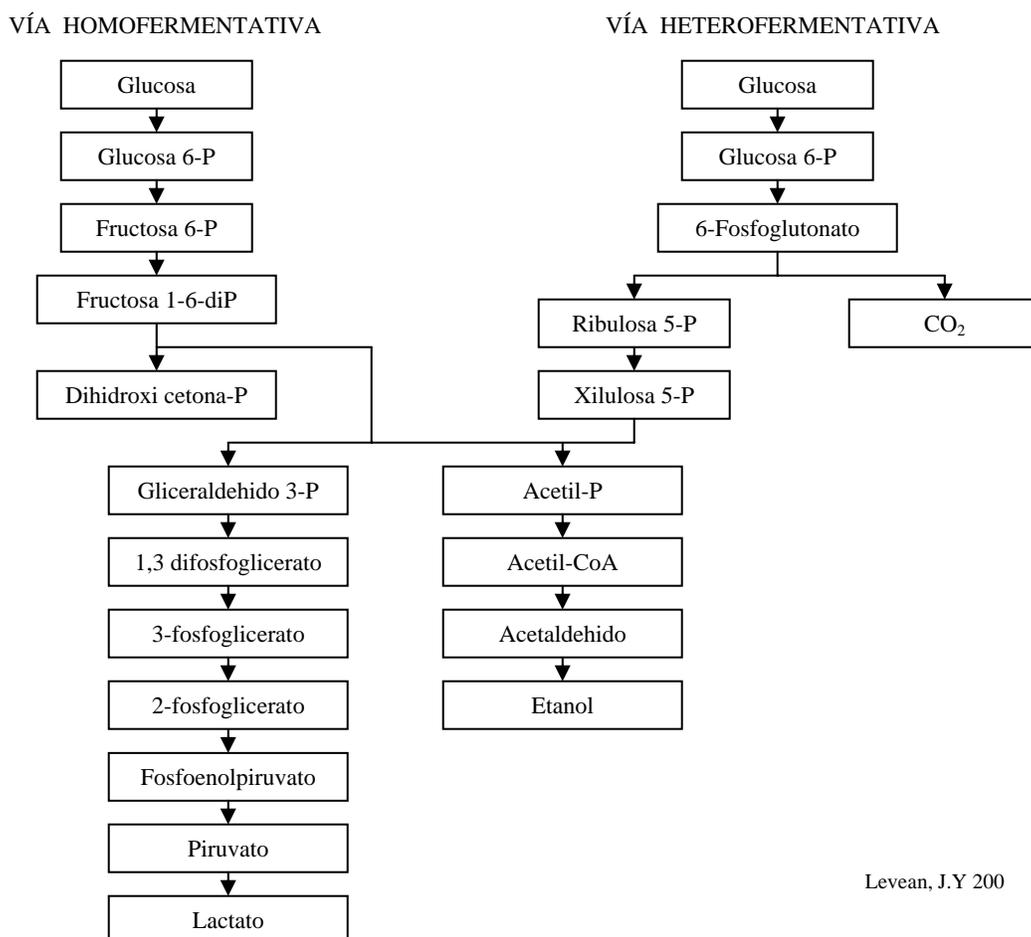
Grafica 9. Valores de pH durante la fermentación de yogurt de leche de soya al 10 % de sólidos totales



Los resultados de la leche de soya con 10% de sólidos empleando las formulaciones de sacarosa al 7% y la combinación dextrosa 3% -sacarosa 4% no son satisfactorias debido a que el cultivo utilizado en esta experimentación y compuesto por el *Lactobacillus bulgaricus* que es un bacilo homofermentativo Gram(+) el cual produce ácido D- láctico a partir de la glucosa es incapaz de fermentar sacarosa en cambio el *Streptococcus thermophilus* es homofermentativo y produce ácido L-láctico a partir de glucosa y sacarosa. Por lo tanto el ácido láctico producido no fue el suficiente para darle las características a este tipo de producto. (Tabla 26) (Moreno G.B)

Como puede observarse con la concentración de 7% de dextrosa se obtuvo el pH y la acidez deseada ya que el *Lactobacillus bulgaricus* produce ácido láctico a base de glucosa adicionada como dextrosa (Diagrama 12) y el *Streptococcus thermophilus* produce ácido L-láctico a partir de la sacarosa presente en la leche de soya, precipitando las proteínas contenidas en la leche, obteniéndose así un producto tipo yogurt de leche de soya con todas las características antes mencionadas, por lo que la combinación de sólidos y azúcar de esta actividad fue seleccionada por los resultados obtenidos.

Diagrama 12. Degradación de glucosa

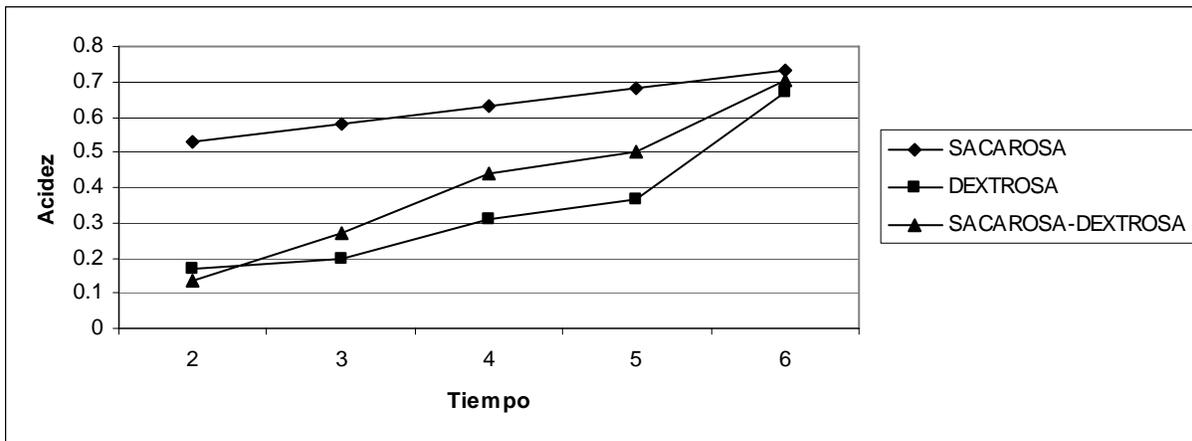


Levean, J.Y 200

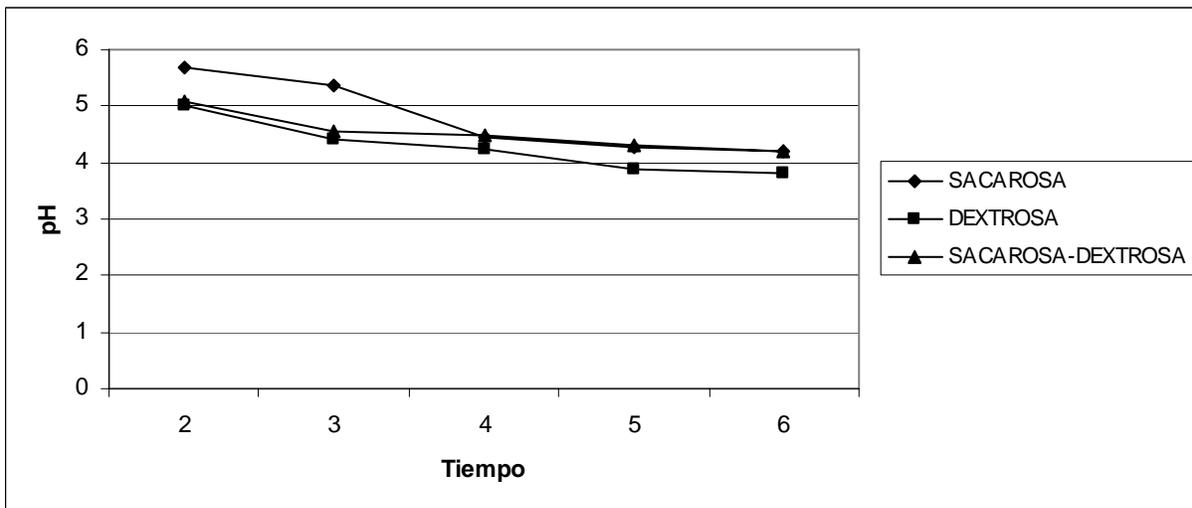
Tabla 28. Yogurt elaborado con 12% de sólidos totales

Tiempo (hr)	Sacarosa		Dextrosa		Sacarosa-Dextrosa	
	Acidez	pH	Acidez	pH	Acidez	pH
2	0.5300	5.69	0.1674	5.02	0.1380	5.08
3	0.5800	5.36	0.1967	4.41	0.2700	4.56
4	0.6300	4.45	0.3097	4.23	0.4394	4.48
5	0.6822	4.26	0.3683	3.90	0.5022	4.31
6	0.7324	4.20	0.6696	3.80	0.7031	4.20

Grafica 10. Valores de acidez durante la fermentación de yogurt de leche de soya al 12% de sólidos totales



Grafica 11. Valores de pH durante la fermentación de yogurt de leche de soya al 12% de sólidos totales

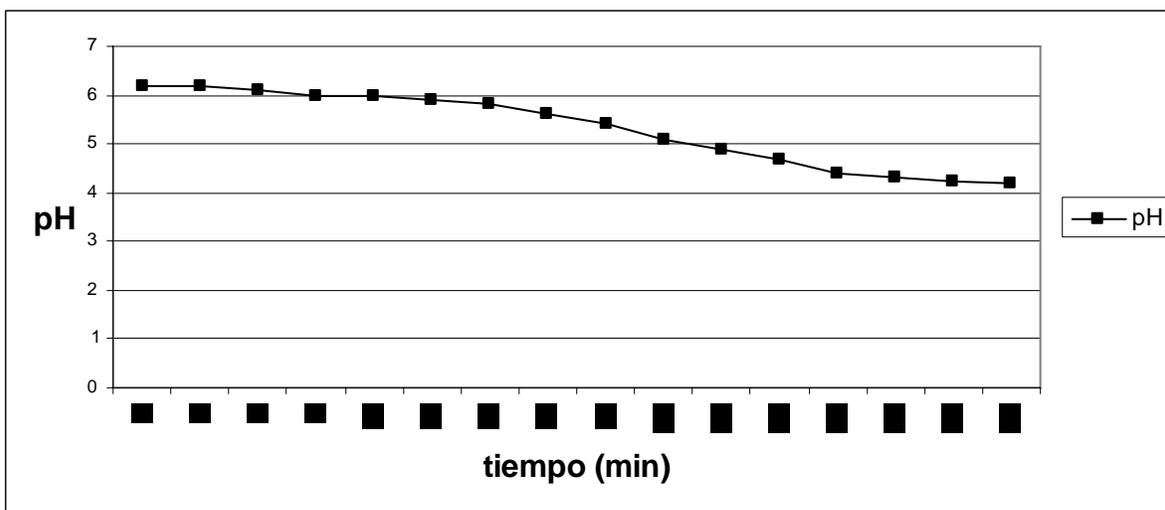


Como puede observarse en la tabla 26 el yogurt elaborado con una concentración de sólidos del 12 % y las tres diferentes formulaciones del sustituto de lactosa no fueron satisfactorias debido a que la cantidad de sustrato empleado fue un porcentaje muy alto y al llevar acabo la fermentación a una temperatura de 42 °C, dieron valores finales de pH = 4.2, debido a que se formó un exceso de ácido láctico por los microorganismos fermentadores razón por la cual el producto final comenzó a desuerarse dando al yogurt obtenido una apariencia desagradable y un sabor demasiado ácido el cual no es agradable al gusto.

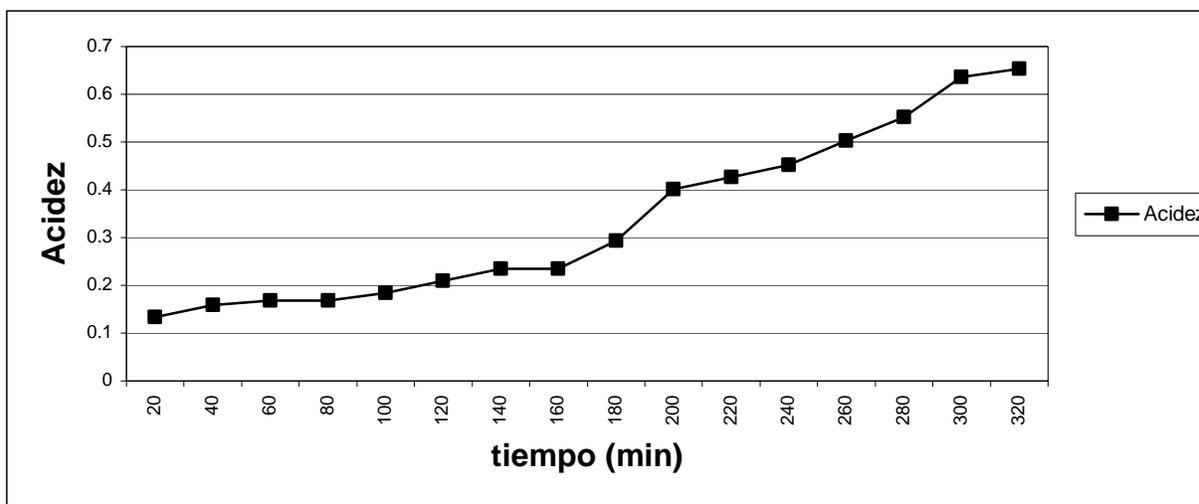
Actividad 2.3 Elaboración de yogurt de leche de soya.

Una vez seleccionadas las condiciones de estandarización de la leche de soya, sólidos al 10% y utilizando dextrosa al 7% como el sustituto de lactosa, se elaboró el yogurt utilizando el cultivo iniciador (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* [1:1]), preparado en la actividad 2.1.4. al 3%. Incubándose a 42°C y monitoreado cada 20 minutos el pH y la acidez mediante el programa turtle, para observar el comportamiento durante la fermentación del yogurt.

Grafica 12. Curva del descenso de pH durante la fermentación



Grafica 13. Curva de producción de ácido láctico durante la fermentación



Como se puede observar en la gráfica obtenida del programa de medición de pH que se monitoreó durante toda la fermentación, en el yogurt elaborado con dextrosa al 7% y un contenido de sólidos del 10%, se obtuvieron valores finales de pH 4.2 y el porcentaje de acidez determinado por titulación para el yogurt fue 0.62% valores en los que la proteína contenida en la leche de soya se precipita, obtenidos con un tiempo de incubación de 5.5 horas y en el cual el producto obtiene sus características organolépticas. De esta manera quedó estandarizado el proceso para la elaboración del producto tipo yogurt de leche de soya. (Diagrama 13)

Actividad 2.4 Análisis del producto tipo yogurt de leche de soya.

Actividad 2.4.1 Análisis fisicoquímicos.

Como se pudo observar en la actividad 2.2.1 El pH y la acidez se utilizaron como parámetros de control ya que las proteínas de la soya llegan a su punto isoelectrico, que indican el momento en el cual se tenía que detener la fermentación ya que el yogurt contaba con un gel firme y las características organolépticas para este tipo de producto.

Tabla 29. Análisis fisicoquímico del yogurt de leche de soya

Parámetro	ASA	Experimental
pH	4.2-4.3	4.20*
Acidez	0.62 %	0.62 %*

*ASA: Asociación Americana de Soya

*promedio de tres determinaciones

Actividad 2.4.2 Análisis sensorial prueba de grado de aceptación

Para llevar a cabo esta prueba se eligió la muestra elaborada en la actividad 2.3, y el yogurt fue sometido a una evaluación sensorial a través de una prueba de aceptación tomando como parámetros, el agrado del producto. Los resultados de la evaluación de los jueces (comunidad de la FES Cuautitlán) se presentan a continuación.

Grafica 14. Prueba de grado de aceptación del yogurt de soya.

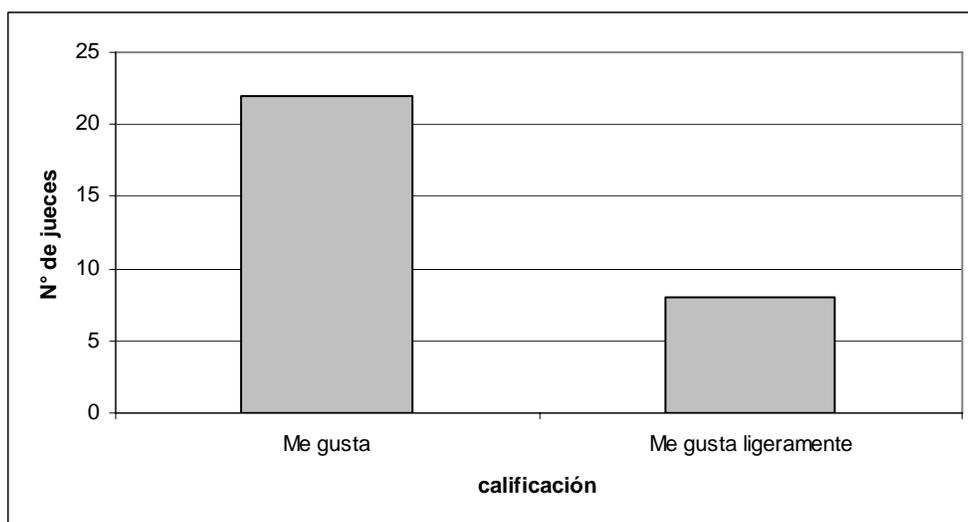


Tabla 30 Calificaciones de la evaluación sensorial

Calificación	Resultado
-1 a -4	Desagrado total al producto
0	No es de agrado ni desagrado
1 a 4	Grado de aceptación del producto

Para analizar estadísticamente los datos se utilizó un análisis de varianza. El cual indicó que el valor calculado de la relación de variación (f) entre las muestra evaluadas, es menor que el valor de f crítica (f_c) al 5 % de significancia, y nos indica que en los juicios emitidos por los jueces no hubo diferencia significativa, es decir hubo congruencia entre los juicios emitidos y por lo tanto son confiables, y se concluye el nivel de agrado del yogurt de leche de soya.

F	Valor crítico para F
0.651162791	4.195982228

El yogurt elaborado en la actividad 2.3 con dextrosa al 7% y un contenido de sólidos del 10%, el 73 % de los jueces de la comunidad de la FES-Cuautitlán lo calificaron con valores de “me gustó”, y el 26 % de los jueces de la comunidad de la FES-Cuautitlán lo calificaron con valores de “me gustó ligeramente” por lo que este resultado se toma como aceptable. Las características organolépticas de este producto son un sabor dulce con una acidez suave, con una consistencia firme y un color bastante agradable a la vista.

Actividad 2.4.3 Análisis químico

Tabla 31. Análisis químico del yogurt de leche de soya

Análisis químico del yogurt de leche de soya				
Parámetro	Experimental %	Bibliográfico ¹ %	Varianza	Desviación estándar
Humedad	85.22	87 máx	0.0060	0.1000
Sólidos totales	14.71	12 min	0.0006	0.0300
Grasa	1.4	1.0 min	0.0016	0.0500
Proteína	5.7	3.4min	0.0866	0.3605

NMX-F-44-1982 *promedio de tres determinaciones

Como puede observarse el yogurt elaborado en la actividad 2.3 es de buena calidad, nutritivo (debido al alto contenido de proteína) y bajo en grasa, y cumple con las especificaciones para yogurt del subtipo b “Parcialmente desgrasado” de la Norma Oficial Mexicana para este tipo de producto. El yogurt de leche de soya es muy similar en el análisis químico al de leche de vaca como se observa en la tabla 28, ya que cumple con todos los parámetros marcados por la norma, la diferencia mas notable es en las características organolépticas, por lo que en el yogurt de leche de soya se decidió mejorar el sabor adicionando maracuyá para aumentar la aceptación de este producto.

Objetivo Particular 3.

Actividad 3.1 Adición de la pulpa de maracuyá

Para esta actividad se utilizaron dos concentraciones de pulpa de maracuyá 6% y 8% adicionada al yogurt de leche de soya, evaluándose la consistencia y el sabor por el personal del laboratorio y en la cual la muestra con 6% de pulpa de maracuyá tuvo una consistencia de yogurt para beber y un sabor dulce y acidez moderada. En cambio la muestra con 8 % de pulpa de maracuyá tuvo una consistencia líquida y una acidez demasiado marcada. Por lo cual se seleccionó la concentración del 6% de pulpa de maracuyá, por las características organolépticas que le impartió al producto, ya que realizó las cualidades obtenidas en el yogurt de la actividad 2.3 para tener una mayor aceptación de este producto y al que posteriormente se le aplicó la prueba sensorial de grado de aceptación.

Actividad 3.2 Análisis sensorial

Para llevar a cabo esta prueba se utilizó la muestra seleccionada en la actividad 3.1, por lo que el yogurt adicionado con 6% de pulpa de maracuyá fue sometido a una prueba de aceptación a través de una evaluación sensorial tomando como parámetros, el agrado del producto. Los resultados de la evaluación de los jueces (comunidad de la FES Cuautitlán) se presentan a continuación.

Grafica 15. Prueba de grado de aceptación del yogurt de soya sabor maracuyá



Tabla 32 Calificaciones de la evaluación sensorial

Calificación	Resultado
-1 a -4	Desagrado total al producto
0	No es de agrado ni desagrado
1 a 4	Grado de aceptación del producto

Para analizar estadísticamente los datos se utilizó un análisis de varianza. En el cual indicó que el valor calculado de la relación de variación (f) entre las muestra evaluadas, es menor que el valor de f crítica (f_c) al 5 % de significancia, y nos indica que los juicios emitidos por los jueces no hubo diferencia significativa, es decir hubo congruencia entre los juicios emitidos y por lo tanto son confiables, y se concluye el nivel de agrado del yogurt de leche de soya.

F	Valor crítico para F
0.125	4.195982228

El yogurt adicionado con maracuyá al 6% elaborado en la en la actividad 3.1 fue calificada por la comunidad de la FES-Cuautitlán de “me gusto”, y “me gusto mucho” por lo que este resultado se toma como aceptable, el sabor es agridulce impartido por el maracuyá a demás del color amarillo característico de este fruto. Teniendo un producto agradable a la vista y al paladar, con una buena calidad organoléptica además de ser un producto nutritivo y bajo en grasa.

CONCLUSIONES

A lo largo del trabajo se describieron los efectos desagradables de la leche de soya elaborada por el proceso tradicional, el sabor y olor afrijolado causado por la oxidación de las grasas a causa de la enzima lipoxigenasa, el color y la sensación arenosa causada por la cascarilla de la soya además de tener compuestos como la rafinosa y estaquiosa causantes de la flatulencia.

Los efectos causados en el sabor, olor y color por la presencia de la enzima lipoxigenasa, la rafinosa y estaquiosa, se lograron disminuir considerablemente con las operaciones adicionales propuestas en el proceso, reflejándose en las características organolépticas las cuales fueron evaluadas con una prueba sensorial obteniendo resultados de “me gusta” con un 73.3%.

Los efectos de las operaciones sugeridas en el trabajo se concluyen en:

- El escaldado con bisulfito de sodio mejoró el color de la leche de soya ya que la leche obtenida sin esta operación presentaba un color más oscuro y por lo tanto desagradable, además que facilitó el de descascarillado del frijol de soya.
- El blanqueado fue de gran importancia ya que a la concentración propuesta de bisulfito de sodio y una temperatura de 95°C se inactivan y solubilizan las sustancias que afectan el sabor y olor de la leche, resultando esta con características organolépticas que se mejoraron considerablemente en comparación con la leche obtenida por el proceso tradicional, lo cual se vio reflejado en la aceptación por la población evaluada.
- El filtrado tuvo influencia en la consistencia de la leche: ya que con la aplicación del primer filtrado se eliminaron los sólidos insolubles, y con el segundo filtrado se obtuvo un producto sin la sensación arenosa o granulosa.

Por lo que podemos resaltar que la leche elaborada por el proceso optimizado tuvo las características organolépticas necesaria para la elaboración de un yogurt de leche de soya, de buena calidad, ya que el sabor, el olor y el color que tenga la leche se conservarán hasta el producto final. Estas características son de suma importancia para la aceptación del producto por los consumidores.

Para la elaboración del yogurt de leche de soya fue necesario hacer un ajuste en la cantidad de sólidos totales y debido a la ausencia de lactosa se utilizo un azúcar sustituto. Se propusieron tres concentraciones 8%, 10% y 12 % de sólidos totales, y tres concentraciones del sustituto de lactosa: dextrosa al 7% sacarosa 7% y dextrosa 3%-sacarosa 4%. Obteniendo como resultado que el yogurt elaborado con 10% de sólidos y dextrosa al 7% cumplía con los parámetros establecidos (pH y acidez), que marca la NMX-F-44-1982 para yogurt de leche de vaca y con buenas características organolépticas. Las condiciones de fermentación utilizadas para la elaboración del yogurt de leche de soya fue una temperatura de 42°C en donde el cultivo láctico formado por *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* se desarrolló favorablemente obteniendo un yogurt con un gel firme de sabor y olor característico, con un valor de pH de 4.2 y una acidez de 0.62%, cumpliendo los parámetros establecidos para este tipo de producto y obteniendo una calificación aceptable de “me gusto” en la prueba sensorial de grado de aceptación .

Del conjunto de indicadores que definen la calidad de un alimento, los sensoriales ocupan un lugar primordial ya que un producto puede presentar un excelente valor nutricional y calidad higiénica, pero si está afectada alguna de sus cualidades sensoriales, el consumidor lo rechaza; así el incremento del consumo del yogurt de leche de soya hace necesario mejorar el sabor a cereal de este producto, por lo que al final del proceso se adicionó pulpa de maracuyá al 6% obteniendo un producto con un sabor agridulce y un color típico del fruto mejorando su calidad sensorial, como pudo observarse con una calificación de “me gusta y me gusta mucho” en la prueba final sensorial de grado de aceptación.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASA. 2000. *Soy milk yogurt*. México
2. ASA. 1992. *La leche de soya como base para la elaboración de análogos lácteos*. Lacteos y carnicos Mexicanos. (Junio-Julio) p.p. 19-20.
3. Badui, D. S. 1993. "Química de los alimentos". Ed. Alambra. Zaragoza España.
4. Braverman, R. V. 2002 *Soya: Salud para la familia*. ASA. México.
5. Cardoso, F. 2001 *Elaboración de una leche fermentada con mezcla de leches de búfala y de soya*. Industria alimentaria. (Mayo) p.p. 63-66.
6. Claridades agropecuarias 1994 *La Producción de soya en México*. Vol. 10. No. 7. Nov. p.p 2,3,7. México
7. Claridades agropecuarias. 1997 *Producción mundial de la soya*. "Vol.6. No. 50.Octubre. p.p 16-25. México
8. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991. *Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica*. Ministerio de agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.
9. Globitz, P. 1995 *Alimentos de soya nuevos e innovadores en el mercado*. Industria alimentaria. No. 1, V 17 (Ene-Feb.) p.p 27-29. México
10. Globitz, P. 1992 *Propiedades nutritivas de la soya y su papel potencial en la prevención de enfermedades*. Industria alimentaria. No. 3, V 10 (Sep.-Oct.) p.p 13-16. México
11. Globitz, P. 1992 *Soyfood seminar y expo '94 posibilidades de avance en la industrialización de la soya en México*. Industria alimentaria. No. 1, V 13 (Ene-Feb. 1995) p.p 35-39. México
12. Khee, C.1993. *Tecnología para la producción de leche de soya*. USA
13. Kim, H. , JUN X. 1999 *Soya en la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas*. Salud y nutrición. ASA. México (Oct.) p.p.13-19
14. Levean, J.Y.2000. *Microbiología industrial*. Ed Acrivia Zaragoza España
15. Liener, I.E. 1995 *Posible adverse effects of soybean anticarcinogens*. Jurnal nutritions. No 125 p.p 744S-750S. U.S.A
16. Liu, K. 2001 *Aceite de Soya e Incremento en su Calidad*. Manuales de procesamiento de frijol de soya". ASA No. 2 (Septiembre) México.
17. Liu, K. 2001. *Sabor Afrijolado de la Soya y su Control*. Manuales de procesamiento de frijol de soya. ASA. No. 1 México .
18. Liu, K. 2001 *Valor Nutritivo de la Proteína de Soya y su mejora*. Manuales de procesamiento de frijol de soya. ASA. No. 3 (Septiembre) México.

19. Luna, J. A. 1988. *Mejoramiento de la dieta humana con el proceso integral de la soya*. p.p 112 México .
20. Moreno G.B.1996 *factores que influyen la supervivencia y la multiplicación de los microorganismos en los alimentos* .Industria alimentaria (Julio-Agosto) p.p.19-25.
21. Nelson, I.A, Steinbrig M.P. 1976 *Illinois process for preparation of soymilk*. Journal of food science. Vol. 41 p.p. 57-61
22. Nelson, I.A, Steinbrig M.P. 1978. Soy Milk Beverage and process. USA
23. NMX-F-44-1982
24. Nuñez, C. 1989. *Estudio de la calidad de yogurt bajo diferentes niveles de recombinación de la leche*. Industria alimentaria, No. 4, V 12 (Ene-Feb.) p.p 13-16. México
25. Pérez, A. 1985. *Bebida de Soya: presente y perspectivas futuras*. Industria alimentaria. V 7, No. 1 p.p 24-25 México.
26. Revista pan. 1997 *Introducción Sobre la Soya y sus Productos*. No.529 Vol.56. (Noviembre). pp. 15-38 México.
27. Sánchez A.1992. Tesis: Evaluación de diferentes lactobacilos en la elaboración de un producto tipo yogurt FES Cuautitlán
28. Spreer, E. 1991 Lactología industrial 2^{da} edición, Ed. Acribia, Zaragoza España.
29. Seminario sobre usos de la soya en productos lácteos.1992. *La leche de soya como base para la elaboración de análogos lácteos*. ASA México.
30. Soroa, P. J. M. 1980."El cultivo de la soya en los trópicos: mejoramiento y producción. Ed. Dossat. Madrid España.
31. Veisseyre R. 1998. *Lactología técnica*. 1^{ra} reimpresión, Editorial acribia Zaragoza España
32. Venturi G. 1998. "La soya". Ed. Mundi Prensa. España.
33. Wilson J.C. 1990. *La industrialización de productos similares a la leche, a partir de la extracción acuosa de la soya*. Lácteos Mexicanos. V.5, No. 5 p.p 9-13 México.
34. Wolf, W. J *Proteínas comestibles de la soya y sus usos* . 1996 cat. 5 Sep., ASA México
35. www.adigital.org 2003
36. www.fao.org 2003
37. www.inegi.gob.mx .2003
38. www.infoaserca.gob.mx 2003

39. www.sagarpa.org 2003