



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**“Elaboración de un chocolate relleno de un
fermentado tipo yogurt saborizado”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A N :

**ESTELA HERNÁNDEZ LUNA
LAURA POLET ARRIAGA HERNÁNDEZ**

ASESORA: Dra. Sara Esther Valdés Martínez

COASESORA: Dra. Ma. Guadalupe López Palacios

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2018.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

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

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Elaboración de un chocolate relleno de un fermentado tipo yogurt saborizado.

Que presenta la pasante: **Laura Polet Arriaga Hernández**

Con número de cuenta: 309072647 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería 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 HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 21 de Febrero de 2018.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Sara Esther Valdés Martínez	
VOCAL	I.B.Q. Saturnino Maya Ramírez	
SECRETARIO	Dra. Carolina Moreno Ramos	
1er. SUPLENTE	I.A. Miriam Alvarez Velasco	
2do. SUPLENTE	M. en C. María Guadalupe Amaya León	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/cga*.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ASUNTO: **VOTO APROBATORIO**



**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis**

Elaboración de un chocolate relleno de un fermentado tipo yogurt saborizado.

Que presenta la pasante: **Estela Hernández Luna**

Con número de cuenta: **412012253** para obtener el Título de la carrera: **Ingeniería 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 HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 21 de Febrero de 2018.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Sara Esther Valdés Martínez	
VOCAL	I.B.Q. Saturnino Maya Ramírez	
SECRETARIO	Dra. Carolina Moreno Ramos	
1er. SUPLENTE	I.A. Miriam Alvarez Velasco	
2do. SUPLENTE	M. en C. María Guadalupe Amaya León	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/cga*

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por acompañarme y guiarme en mi camino profesional y sentimental, por darme la fortaleza necesaria para lograr mi felicidad, por cuidarme en momentos de debilidad y darme las personas correctas que me amen y ayuden a mi desarrollo profesional.

Agradezco a mis padres Araceli y Eugenio, por ser los padres ejemplares, por darme las herramientas correctas para crecer, por guiarme en mi camino con amor y dedicación, por brindarme los valores más importantes de la vida: Amor, Respeto, Sinceridad y Honestidad. Gracias por ser mi ejemplo a seguir, por confiar en mí. Gracias por amarme como lo hacen y gracias por ayudarme a ser lo que soy hoy en día.

Agradezco a mis hermanos Adriana y David, los que en momentos de debilidad y felicidad estuvieron a mi lado, por su apoyo y amor, por sus consejos y por llenar mi vida de felicidad.

Agradezco a mi madrina Brenda quien desde pequeña me ha enseñado el inmenso amor de Dios, por guíame en mi camino, por apoyarme en los momentos de dificultad, por enseñarme que hay veces que el camino es difícil pero que cuando hay personas que te aman no hay que temer. Gracias por ser un ejemplo a seguir y por ser tan especial para mí.

A mis tíos Martha y Andrés, por compartir conmigo su experiencia, darme consejos, por amarme como lo hacen y apoyarme teniendo el anhelo de ver a su niña siendo la mejor persona. A mi prima Andrea, por enseñarme que la vida hay que disfrutarla, ser original y luchar por tus metas, por hacer de mi vida la más divertida, por compartir momentos increíbles, por amarme con esa rareza suya y apoyarme siempre. A mi tío Andrés, por aconsejarme a lo largo de mi vida, por ese amor que siempre me ha tenido y enseñarme el camino correcto para lograr mis sueños. También a mi demás familia, a cada uno de ellos por aportarme cosas buenas y bellas y compartir sus experiencias y darme los consejos más sabios.

Agradezco a Jon, quien me ha apoyado incondicionalmente, a quien ha estado en los momentos más amargos y más bellos de mi vida, gracias por tu amor tan puro y sincero, por apoyarme y sentirte orgulloso de la persona que soy y seré, por confiar en mí y por ser el amor de mi vida.

Y finalmente agradezco a la Dra. Sara y la Dra. Lupita, por ser mi guía en este acontecimiento tan importante, por compartir su conocimiento y ayudarme a crecer como estudiante y profesionista, a su vez agradezco por creer en mis conocimientos y mi persona.

Laura Arriaga

Dedicatorias

Este escrito representa de manera definitiva el fin de la etapa dónde comenzó a forjarse mi carácter y mi personalidad como Ingeniera y como persona.

Durante este tiempo hubo personas que fueron pilares para conseguir mis metas y no puede faltar el reconocimiento merecido.

Primero que nada, doy gracias a Dios por darme las fuerzas requeridas para recorrer este sendero y levantarme en cada tropiezo.

Agradezco a la magnífica Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme tener una educación de primera calidad y estar conformada, en su mayoría, por excelentes académicos comprometidos con el aprendizaje de sus alumnos.

Arturo y Virginia, mis amados padres, agradezco infinitamente todo el apoyo, cariño y comprensión que brindaron en todas las formas existentes a lo largo de este lento camino.

Su amor fue esencial para culminar y deben saber que sobre todo, ustedes son mi más grande fuerza, y sus enseñanzas, el cimiento de lo que soy ahora.

A Toño y Angélica, porque sin importar las diferencias que hay, estoy segura que me apoyarán así como yo en cuerpo y alma lo haré por y para ustedes. Los quiero.

A ti Alfredo, por ser mi mejor amigo, mi compañero, mi confidente, mi ejemplo, por confiar en mí y por todas y cada una de las veces que estuviste para sostener mi mano. Te extraño.

Chío, no podía irme de la universidad sin conocer a una verdadera amiga y estoy feliz de haberte encontrado en mi camino, tienes un lugar muy especial en mi vida porque contigo pasé muchos de los mejores momentos de mi vida y no hay forma de agradecer que me hayas dejado entrar a tu mundo.

Mi querido Rami, gracias por darte la oportunidad de conocerme y porque sujetaste mi mano para ya no soltarla. Gracias por todo el amor, paciencia y apoyo demostrados. Por ser ese pedacito de felicidad que me da esperanza y ánimo de seguir adelante cada día para superar mis propios límites.

A Lupita por ese cariño, protección y apoyo incondicional brindado en todo momento.

Si hablamos de personas valiosas no puede faltar Isra; gracias por todas tus palabras de aliento y por tu auténtica e inestimable amistad.

Sin la estimada Doctora Sara, este proyecto no sería una realidad. Gracias por la dedicación, compromiso y respaldo que mostró frente a Laura y frente a mí. La recordaré con mucho cariño por impulsarme a ser una mejor profesionista.

A la Doctora Lupita por llevarnos de la mano durante la fase crucial del desarrollo del proyecto. Usted también fue una pieza fundamental.

Este trabajo tal vez no sea el fiel reflejo de todo el conocimiento adquirido al cursar Ingeniería en Alimentos en la amada Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, pero es el manifiesto de mi satisfactorio final.

Estela Luna

CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES	4
1.1 Leche	4
1.1.1 Definición.....	4
1.1.2 Características generales	4
1.1.3 Composición química	5
1.1.4 Procesamiento de la leche	7
1.2 Productos lácteos.....	9
1.2.1 Leche pasteurizada	11
1.2.2 Leche esterilizada.....	11
1.2.3 Queso	12
1.2.4 Leches fermentadas	13
1.3 Suero de leche	15
1.3.1 Definición.....	15
1.3.2 Composición química	15
1.3.3 Aplicaciones y beneficios de uso del suero de leche.....	17
1.3.4 Suero de leche en polvo	18
1.4 Bebida fermentada	21
1.5 Cultivos iniciadores: <i>Lactobacillus bulgaricus</i> y <i>Streptococcus thermophilus</i>	21
1.5.1 Simbiosis de <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	22
1.6 Chocolate	22
1.6.1 Definición.....	23
1.6.2 Composición química del chocolate	24
1.6.3 Elaboración de chocolate.	25
1.6.4 Atemperado del chocolate	31

1.7	Evaluación sensorial	35
1.7.1	Definición.....	35
1.7.2	Tipos de pruebas.....	35
1.7.3	Tipos de jueces.....	36
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL		37
	Problema.....	37
	Objetivo General	37
	Objetivos particulares.....	37
2.1	Cuadro metodológico	38
2.2	Actividades preliminares	40
2.2.1	Estudio de Mercado.....	40
2.2.2	Análisis Químico Proximal del suero de leche como materia prima ..	42
2.2.3	Análisis microbiológico del suero de leche	43
2.3	Estandarización de proteína.....	45
2.4	Elaboración del fermentado tipo yogurt saborizado	45
2.4.1	Preparación de inóculo	45
2.4.2	Descripción de diagrama de fermentado tipo yogurt saborizado	46
2.5	Análisis Químico Proximal del fermentado.....	48
2.6	Elaboración de chocolate para cubierta	49
2.6.1	Mezclas de chocolates	49
2.6.2	Diagrama de elaboración del chocolate para cubierta.....	49
2.7	Elaboración del chocolate relleno	51
2.7.1	Proceso de elaboración de chocolates rellenos de fermentado	51
2.8	Análisis Químico Proximal del chocolate relleno.....	53
2.9	Análisis microbiológico del chocolate relleno	54
2.9.1	Evaluación sensorial del chocolate relleno del fermentado	55
2.9.2	Selección de jueces para el análisis sensorial.....	55
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		60
3.1	Encuesta de investigación de mercado.....	60
3.2	Análisis de suero de leche	65

3.2.1	Análisis Químico Proximal del suero de leche como materia prima ..	65
3.2.2	Análisis microbiológico del suero de leche	66
3.3	Elaboración del fermentado tipo yogurt.....	67
3.3.1	Análisis Químico Proximal del fermentado	67
3.4	AQP de chocolate relleno de un fermentado tipo yogurt saborizado	68
3.4.1	Análisis microbiológico del chocolate relleno del fermentado tipo yogurt	70
3.5	Evaluación sensorial del chocolate relleno con un fermentado.....	71
3.6	Perfil sensorial.....	72
CONCLUSIONES.....		79
RECOMENDACIONES		80
BIBLIOGRAFÍA		81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la leche	7
Tabla 2. Procesamiento de la leche cruda.	8
Tabla 3. Cultivos para algunos tipos de leches fermentadas.	14
Tabla 4. Composición química del suero de leche.	16
Tabla 5. Aplicaciones y beneficios del suero en alimentos.	17
Tabla 6. Composición química del suero de leche en polvo.	19
Tabla 7. Condiciones de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> y <i>Streptococcus thermophilus</i> . 22	
Tabla 8. Chocolate oscuro, con leche y blanco: constituyentes principales.	24
Tabla 9. Composición % m/m en base seca.	25
Tabla 10. Tipos de chocolate y sus respectivos ingredientes.....	30
Tabla 11. Métodos del Análisis Químico Proximal para suero de leche.	42
Tabla 12. Límites máximos permitidos de acuerdo a la NOM-243, 2010 de contenido microbiano para leche y derivados lácteos.	43
Tabla 13. Métodos del Análisis Químico Proximal para fermentado tipo yogurt....	48
Tabla 14. Métodos del Análisis Químico Proximal para chocolate relleno del fermentado tipo yogurt.....	53
Tabla 15. Especificaciones microbiológicas para cacao tostado, chocolate, sus variedades y productos similares, derivados del cacao.....	54
Tabla 16. Análisis microbiológicos para chocolate relleno de bebida fermentada. 54	
Tabla 17. Datos experimentales y teóricos del suero de leche.	65
Tabla 18. Contenido de microorganismos presentes en el suero de leche.	66
Tabla 19. Resultados AQP experimentales de fermentado.....	68
Tabla 20. Resultados AQP experimentales de chocolate relleno.....	69
Tabla 21. Contenido de microorganismos presentes en chocolate relleno de un producto fermentado tipo yogurt saborizado.	70
Tabla 22. Codificación asignada para las tres diferentes muestras de chocolate relleno.	71
Tabla 23. Análisis estadístico de medias entre muestras.....	73
Tabla 24. Características organolépticas y atributos usados en la evaluación de la calidad sensorial de chocolates macizos.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de productos lácteos.....	10
Figura 2. Clasificación de quesos y ejemplos.....	13
Figura 3. Tratamiento de suero de leche para obtención de proteínas de suero. .	19
Figura 4. Obtención de concentrados y aislados de proteína de suero.....	21
Figura 5. Diagrama del proceso tradicional de confección del chocolate.....	27
Figura 6. Formas polimórficas de ácidos grasos presentes en la manteca de cacao.....	32
Figura 7. Curva de atemperado según el tipo de chocolate.	34
Figura 8. Cuadro Metodológico	39
Figura 9. Formato de encuesta para estudio de mercado.....	41
Figura 10. Diagrama de proceso de producto fermentado.	46
Figura 11. Diagrama de proceso de chocolate para cobertura.....	50
Figura 12. Diagrama de proceso de chocolate relleno de producto fermentado tipo yogurt saborizado.	52
Figura 13. Hoja de encuesta aplicada para semi entrenamiento de jueces con dos bebidas de referencia.	56
Figura 14. Hoja de encuesta aplicada para jueces semi entrenados de chocolate relleno con un producto fermentado tipo yogurt saborizado.....	58
Figura 15. ¿Con qué frecuencia consumes chocolate?	61
Figura 16. ¿Con qué frecuencia consumes yogurt?	61
Figura 17. ¿Qué sabor de producto tipo yogurt sería de tu grado en la combinación con chocolate?	62
Figura 18. ¿Que opinión merece un chocolate relleno de un producto fermentado tipo yogurt saborizado?	63
Figura 19. ¿Qué geometría sugieres para el chocolate relleno?.....	63
Figura 20. Partiendo de la base que el precio de este producto le pareciera aceptable, ¿Qué probabilidad hay de que lo compre?	64
Figura 21. ¿Cuánto estaría dispuesto por a pagar por el producto?	64
Figura 22. Aceptación del producto.....	76
Figura 23. Atributos evaluados en el relleno.	77

RESUMEN

En la actualidad el lactosuero es un residuo desechado de empresas queseras, el suero de leche, tiene un gran valor nutritivo y buen sabor. El objetivo del presente trabajo fue elaborar un relleno para chocolate con una bebida fermentada a base de suero de leche adicionada con proteína saborizada. Para la elaboración de la bebida fermentada se empleó una cepa comercial (CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU ALCATRAZ), empleada en la preparación de yogurt (*Streptococcus thermophilus* – *Lactobacillus bulgaricus*), la cepa se inoculó al 10% al lactosuero dulce previamente pasteurizado, y se incubó a 38°C durante 3 horas. Una vez elaborada la bebida fermentada se prepararon 3 alternativas de sabor (fresa, durazno y Bailey's). A la bebida fermentada y al producto terminado se le realizó un análisis químico proximal (humedad, cenizas, grasa, proteína y carbohidratos) así como microbiológicos (cuenta de coliformes totales, mesófilos, mohos y levaduras, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella spp.*)

Una vez corroborada la inocuidad de los productos, estos fueron presentados a un panel de jueces semientrenados para evaluar la aceptación o rechazo de la bebida y los chocolates. El análisis estadístico de las evaluaciones sensoriales, mostró que no había diferencias significativas en la composición de los chocolates rellenos con los 3 diferentes sabores, mientras que el análisis sensorial muestra que el sabor fresa tuvo mejor aceptación aunque los tres sabores fueron del agrado de los panelistas y la dureza del chocolate fue adecuada en comparación de otros chocolates. Los demás atributos evaluados (olor y textura) tuvieron poca diferencia.

INTRODUCCIÓN

La elaboración de nuevos productos es una forma de darle valor agregado a los alimentos en este caso al suero de leche.

El suero de queso representa, entre otras cosas, un producto o una mezcla importante de proteínas que poseen un amplio rango de propiedades químicas, físicas y funcionales, y que entre otros beneficios pueden ayudarnos a conservar la salud y prevenir ciertas enfermedades.

Los productos de suero de leche ofrecen beneficios nutricionales y propiedades funcionales múltiples al proporcionar sólidos de leche sin grasa en diversas fórmulas, que pueden ayudar a reemplazar ingredientes costosos, minimizando los costos de producción, y siendo una fuente concentrada de nutrimentos de leche, ya que el concentrado de suero lácteo tiene proteínas de alto valor biológico y una elevada concentración de minerales (calcio, potasio, fósforo y cloruros) y vitaminas del grupo B, además de lactosa como principal carbohidrato (Balagtas *et al.*, 2003); para el presente proyecto, son de mayor relevancia las propiedades funcionales de gelificación que confieren las cepas elegidas durante la fermentación, porque ayudan a la textura y sabor en el proceso de elaboración de una bebida fermentada.

El suero es visto en la mayor parte de las empresas en México como un desecho, que provoca un serio problema de contaminación, el contar con una alternativa de procesamiento es de interés general (Londoño *et al.*, 2008).

JUSTIFICACIÓN

El aprovechamiento del lactosuero es de gran importancia debido al alto valor nutritivo que posee pues aunque tiene un contenido proteico bajo, sus proteínas son de alto valor biológico. También presenta una gran cantidad de minerales (calcio y potasio), vitaminas del grupo B y ácido ascórbico (Londoño *et al.*, 2008).

Al ser un subproducto de la producción de quesos, se descarta y se vierte a corrientes de agua creando un severo problema de contaminación, debido a su demanda bioquímica de oxígeno (DBO) tan alta que es de aproximadamente 35-45 kg/L (Paredes *et al.*, 2014). Tomando en cuenta lo anterior, se puede asegurar que un litro de suero vertido, causaría la muerte de todos los peces contenidos en 10 toneladas de agua (Londoño *et al.*, 2008).

El uso de suero de leche en la industria alimentaria otorga grandes contribuciones nutrimentales y tecnofuncionales a la amplia gama de productos a los que puede incorporarse, incrementando con éste la calidad de los mismos, sin olvidar la disminución en la problemática ambiental que su deshecho representa.

En México los productos lácteos como son los quesos y los yogurts, así como las leches industrializadas, ocupan los primeros lugares de comercialización (Secretaría de Economía, 2012). Entre 2005 y 2011, destaca la producción industrial de yogurt y quesos, con base en información del INEGI (Secretaría de Economía, 2012). La producción de queso se estima incrementa de 175 mil a 179 mil toneladas para 2018 (SAGARPA, AFPC Y FAPRI, 2009).

El lactosuero es el líquido claro de color amarillento que se separa de la cuajada durante la fabricación del queso. Representa alrededor del 90% del peso de la leche utilizada para la elaboración del queso. Contiene entre el 6 y 6.4% de extracto seco, es decir, la mitad de materia seca de la leche. Por lo tanto el lactosuero es un alimento importante que durante mucho tiempo se ha considerado como un desecho sin ninguna utilidad.

En México, la producción de lactosuero alcanzó fácilmente las 2, 821, 500 toneladas al año durante 2016 (Boletín de leche, 2016). El vertido de este material a lagos o ríos, produce una enorme contaminación. Por lo tanto es absolutamente necesario recuperar este producto, tratarlo y adecuarlo para la alimentación humana o animal.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

1.1 Leche

Para comenzar se hablará brevemente sobre la definición de leche, su composición química y su procesamiento.

1.1.1 Definición

En México, la Cámara Nacional de Industriales de la Leche (2011) define la leche de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana 155 como “el producto obtenido de la secreción de las glándulas mamarias de las vacas, sin calostro el cual debe ser sometido a tratamientos térmicos u otros procesos que garanticen la inocuidad del producto; además puede someterse a otras operaciones tales como clarificación, homogeneización, estandarización u otras, siempre y cuando no contaminen al producto y cumpla con las especificaciones de su denominación”.

Por su parte, Revilla (1982) nos muestra la definición de leche dada por el Departamento de Salud Pública de los Estados Unidos de Norteamérica: “secreción láctea, prácticamente libre de calostro, obtenida por ordeño completo de una o más vacas en buen estado de salud; dicha secreción láctea debe tener no menos de 3.25% de grasa de leche y no menos de 8.25% de sólidos no grasos de leche”.

1.1.2 Características generales

Desde el punto de vista del consumidor, los factores de calidad asociados con la leche son la apariencia, el color, el aroma, el sabor y la sensación en la boca. El consumidor percibe que el color de la leche es indicativo de pureza y riqueza. El color blanco de la leche se debe a la dispersión de la luz por los glóbulos de grasa, micelas de caseína y los fosfatos de calcio en sistema coloidal. La intensidad del color es proporcional al tamaño y número de estas partículas, que se incrementa por homogeneización. Por lo tanto, los productos homogeneizados aparecen más blancos que los productos no homogeneizados.

Además, el color amarillento depende de la concentración de caroteno, el color verdoso del suero de leche y el color del suero lácteo dependen de la concentración de riboflavina o vitamina B₂.

La leche de vaca contiene los pigmentos carotenos y xantofilas, que tienden a impartir color amarillo dorado a la leche.

El sabor es una propiedad organoléptica en la cual el olor y el gusto interactúan. El sabor dulce de la lactosa se equilibra con el sabor salado del cloruro, y ambos son moderados por las proteínas.

La leche recién extraída de cualquier mamífero posee un ligero olor a aroma natural peculiar del animal. Esto es particularmente cierto para la cabra, la yegua y la vaca. El olor de la leche de vaca es variable, dependiendo de la temporada del año y las condiciones higiénicas del ordeño. Un fuerte olor puede deberse a la entrada de cuerpos de acetona en la leche de la sangre de las vacas que padecen cetosis.

Los sabores presentes en la leche dependen de la alimentación que se les proporcione a las vacas en el establo. La leche cruda recibida en la planta no debe exhibir ningún sabor desagradable.

Los desajustes pueden ocurrir por contaminación de microorganismos, condiciones de procesamiento y reacciones químicas o bioquímicas indeseables.

(Chandan, R. y A. Kilara, 2011)

1.1.3 Composición química

Los constituyentes de la leche se encuentran en tres estados físicos: solución o fase hídrica, suspensión micelar o suspensión de la caseína ligada a sales minerales, y emulsión de la materia grasa bajo forma globular

Químicamente, la leche se compone de una fase multidispersa que contiene niveles significativos de nutrientes esenciales, incluyendo grasas, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales, lo cual permite la división de los ingredientes en tres grandes grupos: agua, sólidos no grasos (SNG), y Grasa (G). Los sólidos no grasos son llamados también sólidos del suero de la leche (SS). La suma de los sólidos no grasos y grasa forma los sólidos totales (ST) o extracto seco total (EST) (Revilla, 1982).

El suero lácteo es leche sin glóbulos grasos y micelas de caseína. El plasma lácteo es la porción fluida de la leche sin contar con glóbulos grasos. El contenido total (excepto agua) se denomina materia seca. El contenido de sólidos lácteos contiene proteínas, lactosa y minerales. Los sólidos totales incluyen los sólidos séricos y la grasa láctea.

El agua es el componente principal de la leche, con un total de 79% a 90%, dependiendo de la especie. Abarca todos los otros constituyentes de la leche (sólidos totales) que están disueltos o suspendidos en ella.

La grasa láctea está contenida principalmente en glóbulos grasos que están protegidos por una membrana. La concentración y la composición de los lípidos de la leche dependen de varios factores que incluyen la raza, especie, alimento, individualidad, etapa de lactancia, intervalo de ordeño y etapa.

Las principales clases de proteína en la leche son caseína y suero de leche o proteínas séricas. La caseína constituye aproximadamente el 80% de la proteína de la leche y el suero o las proteínas séricas representan aproximadamente el 20%.

Hay varios carbohidratos en la leche, incluidos lactosa, glucosa, galactosa y glicoconjugados (oligosacáridos, glicoproteínas y glicaminoglicanos). El principal carbohidrato en la leche es la lactosa, que oscila entre el 4% y el 5% del contenido total de leche, dependiendo de la producción de leche y la etapa de lactancia de la vaca. La cantidad de lactosa disminuye a medida que avanza la etapa de lactancia. La glucosa, la galactosa y los oligosacáridos están presentes en concentraciones relativamente pequeñas, aproximadamente 1 mg / ml.

La leche contiene todos los minerales considerados esenciales para la nutrición humana, incluyendo potasio (K), sodio (Na), calcio (Ca), magnesio (Mg), cloruro (Cl) y ésteres de fosfato que constituyen entre 0.7% y 0.8% del total de leche contenido. El sodio, el potasio y el cloruro están presentes en la leche como iones libres que son fácilmente difusibles.

La concentración contenida de vitaminas solubles en la leche, varía según la lactancia, etapa, dieta y la salud del animal. Las vitaminas A, D, E y K solubles se encuentran situadas dentro de los glóbulos grasos.

(Chandan, R. y A. Kilara, 2011)

En la Tabla 1 se muestra de manera cuantitativa y porcentual los constituyentes de importancia en la composición de la leche.

Tabla 1. Composición química de la leche

Constituyente	a)	b)	c)
Agua	87.4	87.1	87.00
Grasa	3.6	3.1	3.80
Proteína	3.4	3.3	3.50
Lactosa	4.9	4.6	4.90
Ceniza	0.7	1.9	0.80

Fuente: a) (Chandan, R. y A. Kilara, 2011), b) Walstra *et al.*, 2006 y c) Revilla, 1982.

En la Tabla 1 puede observarse que la cantidad de agua es mayor a los demás constituyentes, esto ocasiona que la leche sea un producto perecedero, mientras que a pesar de ello, los demás constituyentes no pierden su importancia en la leche proporcionando propiedades características de esta como su sabor, color, olor y consistencia.

1.1.4 Procesamiento de la leche

Por su carácter perecedero, la leche requiere de alguna forma de proceso para prolongar su periodo de conservación. Es decir, debe transformarse en diferentes productos que permitan ampliar sus posibilidades de comercialización, además de generar ingresos (ITDG- Perú, 1998).

La producción de los diferentes tipos de leche fluida o bien el inicio del proceso de producción de sus derivados, combina una serie de operaciones como la clarificación y separación, estandarización, pasteurización o ultrapasteurización, y homogeneización. En la Tabla 2 se muestran los procesos a los que se somete la

leche cruda con el objetivo de obtener un producto de calidad sanitaria y organoléptica adecuada para las necesidades del mercado. No obstante, la producción de leche de calidad inicia desde el establo, en donde las buenas prácticas de crianza, ordeña, enfriamiento y almacenamiento de la leche inciden directamente con las características del producto final (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2011).

Tabla 2. Procesamiento de la leche cruda.

Proceso	
Enfriamiento y almacenamiento	Es necesario enfriarla a temperaturas entre 1.7° y 4.4°C (Chandan, R. y A. Kilara, 2011) y almacenarla a éstas condiciones para su posterior procesamiento.
Clarificación	Es la etapa en la que se eliminan las impurezas sólidas de la leche mediante centrifugación o filtración para asegurar la máxima limpieza de la leche.
Separación / Descremado	La finalidad de este proceso es la remoción total o parcial del contenido de grasa en la leche. Se efectúa por centrifugación (Keating, P. y H. Gaona, 1999).
Estandarización	Después de la separación, la grasa se adiciona nuevamente a la leche descremada para obtener un producto con el contenido de grasa deseado. Así puede obtenerse leche entera (30 g/l), parcialmente descremada (28 g/l), semidescremada (16 g/l) o leche descremada (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2011).

Continuación de **Tabla 2.**

Pasteurización	El tratamiento térmico tiene como propósito disminuir, mediante calor, casi toda la flora microbiana y la totalidad de la flora patógena, alterando lo menos posible la estructura física de la leche, su equilibrio químico y las sustancias con actividad biológica, por ejemplo, enzimas y vitaminas (Churayra, 2012). Existen distintas relaciones tiempo – temperatura que se manejan en la industria; Juárez-Barrientos <i>et al.</i> , (2015) menciona que la pasteurización de la leche es a 72°C durante 15 segundos.
Homogenización	Se reduce el tamaño del glóbulo de grasa de un diámetro aproximado de 3.5 μm a menos de 1 μm incrementando significativamente el área de contacto (Chandan, R. y A. Kilara, 2011). Los microglóbulos que aparecen en la fase acuosa se recubren por una membrana de proteínas y fosfolípidos procedentes de la solución coloidal. La homogenización retrasa el fenómeno de desnatado espontáneo (Gil, 2010).

1.2 Productos lácteos

Los productos lácteos son un grupo de alimentos formados principalmente por el yogurt, queso, crema, mantequilla y leche (como se muestra en la Figura 1), siendo esta última el componente más importante de este grupo; es un conjunto de alimentos que por sus características nutricionales son los más básicos y completos (equilibrados) en composición de nutrientes como: carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales (Bello et al., 2003).

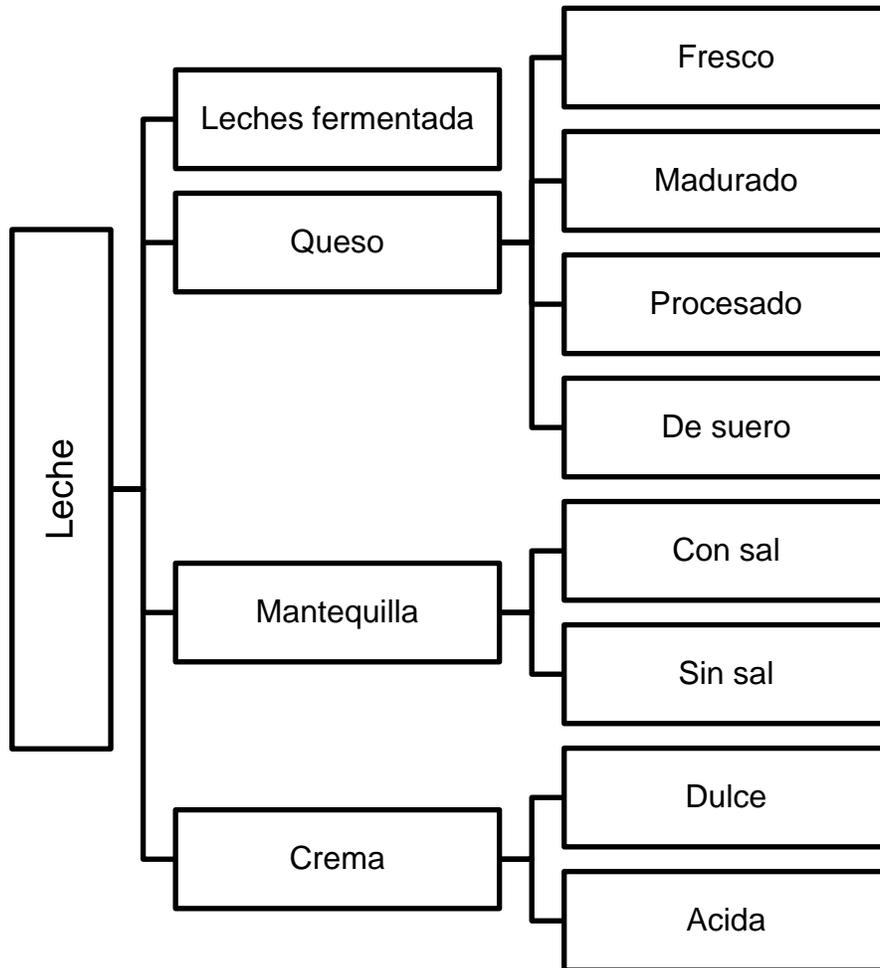


Figura 1. Diagrama de productos lácteos.

Debido a que México es un país con una producción nacional insuficiente, la producción industrial de leches presenta cambios en su composición, se ha venido reduciendo la elaboración de leches líquidas que requieren de una red de frío, en su lugar viene creciendo la elaboración de leches que no requieren refrigeración hasta el momento de su consumo (UHT). Estos productos facilitan a los consumidores de las zonas urbanas la compra de un cierto número de unidades, asimismo amplían la variedad de la oferta de este tipo leches disponibles en el mercado, al contar con distintos productos destinados a segmentos o nichos de mercado (v. gr. reducidas en grasa, deslactosada, con fibra, con aceites omega, con grasa vegetal, para mayores de 40 años, etcétera) (Secretaría de Economía, 2012).

Con base al tratamiento térmico aplicado a la leche, esta se clasifica en pasteurizada y ultrapasteurizada o esterilizada. A continuación se describen brevemente los dichos procesos.

1.2.1 Leche pasteurizada

La pasteurización es un tratamiento térmico que persigue un doble objetivo: obtener una leche sana y prolongar su vida útil. Se puede realizar calentando durante 30 min a 63 ° C, durante 15 segundos a 72 ° C (baja pasteurización) o 20 s a 85 ° (alta pasteurización) con el fin de prolongar el tiempo de conservación de las leches pasteurizadas. En la alta pasteurización la mayoría de las propiedades bacteriostáticas de la leche se destruyen. Se produce desnaturalización de parte de las proteínas séricas. Se desarrolla un sabor cocido distinto. No hay cambios significativos en el valor nutritivo, con la excepción de la pérdida de vitamina C. La estabilidad del producto con respecto a la auto oxidación de la grasa aumenta. Excepto por la desnaturalización de proteínas, las reacciones ocurren solo en un grado limitado. En este caso, es importante no sobrepasar los límites por encima de los cuales se perdería mayor parte de su valor nutritivo (Walstra *et al.*, 2006).

El procedimiento más utilizado es el tratamiento en continuo a alta temperatura (H.T.S.T), suministrado en un pasteurizador de placas. Es un método económico, preciso y fiable. Para mejorar el sabor de la leche, el pasteurizador puede equiparse con una cámara de vacío que permite la extracción de algunos compuestos volátiles (Amiot, 1991).

1.2.2 Leche esterilizada

Según el procedimiento de esterilización, se distinguen dos tipos de leche, la esterilizada UHT y la leche esterilizada por vía convencional (Gil, 2010).

Leche esterilizada clásica

Se entiende por leche esterilizada la leche natural sometida después de su envasado a un proceso de calentamiento en condiciones tales de temperatura y tiempo que asegure la destrucción de los microorganismos y la inactividad de sus formas de resistencia. El tratamiento térmico consiste en:

- ✓ Precalentamiento a unos 70°C en flujo continuo y homogenización intercalada durante esta fase del proceso. Generalmente se sustituye el precalentamiento por una preesterilización a no menos de 135°C durante 2s como mínimo seguida de enfriamiento hasta la temperatura de envasado.
- ✓ Envasado en recipientes herméticamente cerrados.
- ✓ Tratamiento de la leche envasada mediante calentamiento a la temperatura de 110°C durante 20 minutos o con otras combinaciones de temperatura y tiempo.

Este tratamiento permite que la leche pueda conservarse de 6 a 9 meses a temperatura ambiente, pero la pérdida de valor nutricional es mucho mayor (Gil, 2010).

Leche esterilizada UHT

Este tratamiento térmico está destinado a matar todos los microorganismos, incluidas las esporas bacterianas. Para ese fin, normalmente es suficiente 30 minutos a 110 ° C (esterilización en botella), 30 segundos a 130 ° C, o 1 s a 145 °C. (Walstra *et al.*, 2006).

1.2.3 Queso

Son productos elaborados con la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales, con o sin adición de crema, obtenida por la coagulación de la caseína con cuajo, gérmenes lácticos, enzimas apropiadas, ácidos orgánicos comestibles y con o sin tratamiento ulterior por calentamiento, drenada, prensada o no, con o sin adición de fermentos de maduración, mohos especiales, sales fundentes e ingredientes comestibles opcionales, dando lugar a las diferentes variedades de quesos pudiendo por su proceso ser: fresco, madurado o procesado (NOM – 243 – SSA1- 2010).

Clasificación

Quesos frescos, aquellos que además de cumplir con la descripción general de queso se caracterizan por su alto contenido de humedad, sabor suave y un periodo de vida de anaquel corto, por lo que debe estar refrigerado y por no tener corteza o

tener corteza muy fina, pudiendo o no adicionarles aditivos e ingredientes opcionales (NOM – 243 – SSA1- 2010 y PROFECO, 2000). Como subproducto de este tipo de queso se obtiene el suero de leche dulce.

En la Figura 2 se mencionan algunos ejemplos de quesos de acuerdo su clasificación.

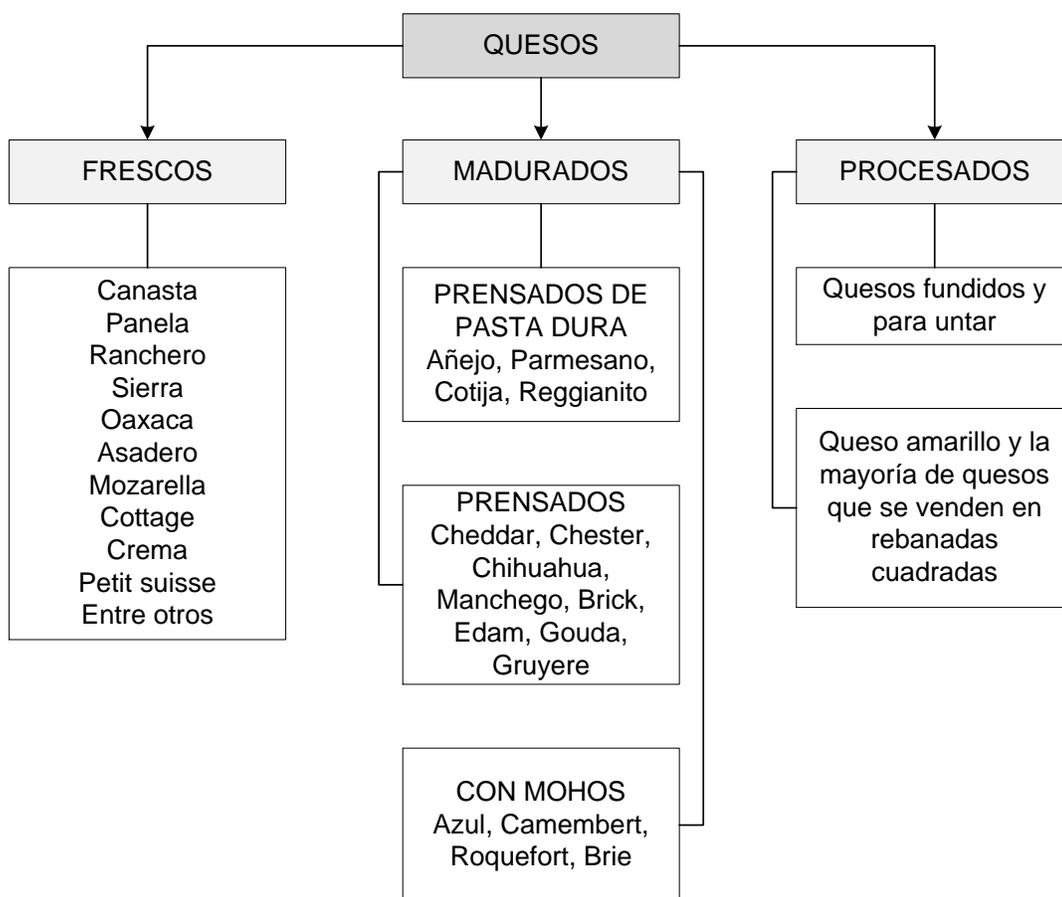


Figura 2. Clasificación de quesos y ejemplos.

Adaptado de NOM 243,2010 y PROFECO, 2010.

1.2.4 Leches fermentadas

Definición

Es la leche obtenida por la acidificación de la leche estandarizada entera o deshidratada, pasteurizada, parcialmente descremada, semidescremada o descremada, debido a la acción de bacterias lácticas vivas con la consiguiente

reducción del pH, adicionada o no por aditivos, por alimentos e ingredientes opcionales (NOM – 243 – SSA1- 2010).

La leche fermentada es un producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, que puede haber sido elaborado a partir de productos obtenidos de la leche con o sin modificaciones en la composición, por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación (precipitación isoeléctrica).

Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de duración mínima. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables (CODEX ALIMENTARIUS STAN 243, 2010).

Ciertas leches fermentadas se caracterizan por un cultivo específico (o cultivos específicos) utilizado para la fermentación como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3. Cultivos para algunos tipos de leches fermentadas.

Yogurt	Cultivos simbióticos de <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subesp. <i>bulgaricus</i> .
Yogur en base a cultivos alternativos	Cultivos de <i>Streptococcus thermophilus</i> y toda especie <i>Lactobacillus</i> .
Leche acidófila	<i>Lactobacillus acidophilus</i> .
Kefir	Cultivo preparado a partir de gránulos de kéfir, <i>Lactobacillus kefir</i> , especies del género <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactococcus</i> y <i>Acetobacter</i> que crecen en una estrecha relación específica. Los gránulos de kefir constituyen tanto levaduras fermentadoras de lactosa (<i>Kluyveromyces marxianus</i>) como levaduras fermentadoras sin lactosa (<i>Saccharomyces unisporus</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> y <i>Saccharomyces exiguus</i>).

Fuente: CODEX STAN 243-2003.

1.3 Suero de leche

A continuación se hablará brevemente sobre la definición de suero de leche y su composición química.

1.3.1 Definición

Existen diversas definiciones de suero de leche, entre estas:

- ✓ Suero de leche, líquido obtenido de la coagulación de la caseína de la leche, mediante la acción de enzimas coagulantes de origen animal, vegetal o microbiano, por la adición de ácidos orgánicos o minerales de grado alimentario; acidificación por intercambio iónico hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína (NOM – 243 – SSA1- 2010).
- ✓ Lactosuero es el residuo líquido de color amarillento, que se obtiene mayoritariamente después de la separación de la cuajada en la elaboración de quesos (Hernández y Vélez, 2014).
- ✓ El suero de leche se define como un producto lácteo obtenido de la separación del coágulo de la leche, de la crema o de la leche semidescremada durante la fabricación del queso, mediante la acción ácida o de enzimas que rompen el sistema coloidal de la leche en una fracción sólida, compuesta principalmente por proteínas insolubles y lípidos y una fracción líquida, correspondiente al lactosuero en cuyo interior se encuentran suspendidas partículas solubles y no solubles (proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales) (Poveda, 2013).

1.3.2 Composición química

De acuerdo a Hernández y Vélez, 2014 la composición del lactosuero puede variar considerablemente dependiendo de las características de la leche utilizada para la elaboración de queso, el tipo de queso producido y el proceso tecnológico empleado en la elaboración del mismo. A partir de estas diferencias se encuentran en el mercado dos tipos de lactosuero.

Técnicamente se pueden distinguir dos tipos de suero de queso según cuál sea el proceso que se lleve a cabo en la elaboración, estos son suero dulce y suero ácido.

El suero dulce se obtiene de la elaboración de queso mediante el uso de enzimas proteolíticas o cuajo, las cuales actúan sobre las micelas de las caseínas de la leche y las fragmentan, haciendo que estas se desestabilicen y precipiten, todo eso bajo condiciones específicas de temperatura (15-50°C), con un pH levemente ácido.

El suero ácido por su parte, es resultado de la coagulación ácida o láctica de las micelas a nivel de su punto isoeléctrico (pH 4,6), lo cual produce la desmineralización y la pérdida de su estructura, desestabilizando y precipitando la micela de la caseína, dejando en solución solamente las proteínas séricas (lactoalbúminas y lactoglobulinas) (Hernández y Vélez, 2014, Parzanese, 2014).

De estos dos tipos de suero, el dulce posee mejores aptitudes para el procesamiento y obtención de subproductos de mayor valor agregado. Este presenta aproximadamente 95% de la lactosa total presente en la leche, 25% de proteínas y 8% de la materia grasa así como minerales (calcio, fósforo, sodio y magnesio) y vitaminas hidrosolubles (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina y ácido ascórbico) (Londoño, 2006, Hernández y Vélez, 2014, Parzanese, 2014).

En la Tabla 4, se muestra la composición típica del suero de leche.

Tabla 4. Composición química del suero de leche.

Componentes	Suero dulce (%)		
	a)	b)	c)
Lactosa	4.5 - 5	4 - 5	4.5 - 5
Proteína	0.8 - 1	0.9 - 1.4	0.9
Grasa	0.5	0 - 0.5	0.8
Cenizas	0.8 - 1	0.4 - 0.6	0.5 - 0.7
Humedad	92 - 93	92.5 - 94.7	92.6 - 93.3

Continuación de **Tabla 4.**

	Suero ácido (%)		
Lactosa	4.4 - 4.6	4 - 5	3.8 - 4.4
Proteína	0.6 - 0.8	0.7 - 1.2	0.9
Grasa	0.5	0 - 0.5	0
Cenizas	-	0.6 - 0.8	0.7 - 0.8
Humedad	94.1 - 94.5	92.5 - 94.7	93.9 - 94.6

Fuente: a) Poveda, 2013 b) Callejas *et al.*, 2012 c) Recinos y Saz, 2006.

1.3.3 Aplicaciones y beneficios de uso del suero de leche.

En la Tabla 5 se resumen las aplicaciones y beneficios en las que el suero dulce de leche es aprovechado.

Tabla 5. Aplicaciones y beneficios del suero en alimentos.

Aplicaciones	Beneficios
Productos de panadería	Incrementar el valor nutricional, funcionar como emulgente, reemplazar la adición de huevo, dar cuerpo a la masa.
Quesos	Incrementar el valor nutricional, funcionar como emulgente, funcionar como gelificante, mejorar propiedades organolépticas, mejorar consistencia, incrementar la cohesividad.
Bebidas	Incrementar el valor nutricional, mejorar la solubilidad, mejorar la viscosidad, mejorar la estabilidad coloidal.
Postres	Funcionar como emulgente, dar cuerpo y textura a los productos.
Confitería	Funcionar como emulgente y facilitar el batido.

Continuación de **Tabla 5**.

Productos cárnicos	Funcionar como pre- emulgentes, funcionar como gelificante, mejorar solubilidad.
Otros	Alimentos de mayor valor nutricional y bajo costo, alimentos para deportistas, para personas de la tercera edad, formulas nutricionales especiales para mantener peso saludable o aumentar consumo de proteína, formulas infantiles, formulas especiales para alimentación hospitalaria.

Fuente: Hernández y Vélez, 2014.

1.3.4 Suero de leche en polvo

El suero es una materia prima valiosa para producir suero en polvo y productos de valor agregado, como el concentrado de proteína de suero (whey protein concentrate, WPC) y la proteína aislada de suero (whey protein isolate, WPI) los cuales se utilizan en una amplia gama de productos alimenticios como en formulaciones de bebidas, extensores de carne, productos lácteos (Recinos y Saz, 2006) aportando mayor valor nutricional y así como la mejora en la textura de los mismos.

La Tabla 6 presenta la composición típica del suero de leche en polvo.

Las posibilidades tecnológicas para el aprovechamiento del suero líquido como materia prima son muy amplias. La más usual es la deshidratación, generalmente usando el sistema Spray, para obtener suero en polvo o concentrado de proteínas de suero (WPC).

En el primer caso el suero es deshidratado directamente, mientras que en el segundo el suero debe ser previamente concentrado en equipos específicos de ultrafiltración (Schaller, 2009).

Tabla 6. Composición química del suero de leche en polvo.

Componentes	Suero de leche dulce en polvo (%)	
	a)	b)
Lactosa	56.9 – 74.6	69.0 ± 6.0
Proteína	11.1 – 16.6	12.8 ± 1.8
Grasa	0.37 – 1.52	1.3 ± 0.3
Cenizas	7.1 – 10.7	8.5 ± 0.3

Fuente: a) Recinos y Saz, 2006 b) Chandun, C., 2011

El procesamiento del suero de lechería requiere inicialmente de una etapa de pretratamiento que generalmente consiste en las operaciones de clarificación, desnatado (separación de la grasa) y pasteurizado (Parzanese, 2014) para asegurar la inactivación de los microorganismos y enzimas que provienen de la fabricación de queso.

La Figura 3 presenta el procedimiento básico para la obtención de proteínas séricas derivadas del tratamiento del suero de leche.



Figura 3. Tratamiento de suero de leche para la obtención de proteínas de suero.

Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio, 2013

Obtención de concentrados de proteínas de suero

Los concentrados de proteína de suero con distinto contenido de proteínas se obtienen normalmente por concentración selectiva mediante procesos de ultrafiltración (UF) y secado spray. Como se mencionó antes el suero a procesar debe ser pre acondicionado.

Previo a la UF se puede realizar una etapa adicional de pretratamiento que consiste en la microfiltración (MF) del suero ya pasteurizado y clarificado. Esta se realiza con el objetivo de eliminar al máximo las sustancias grasas presentes en forma de microagregaciones de manera que no perjudiquen el proceso de UF posterior.

El procedimiento de concentración y purificación que sigue a la MF es el UF. Las membranas de ultrafiltración son capaces de retener las proteínas mientras que las sales y lactosa se eliminan junto con el agua que atraviesa la membrana. Finalmente el concentrado se envía a las cámaras de secado Spray (secado por aspersión).

Si la concentración se realiza por evaporación, el lactosuero se calienta a 85°C para que sus proteínas adquieran determinadas propiedades funcionales que son útiles en panadería. La finalidad de este tratamiento térmico es insolubilizar la mayor parte de las proteínas del lactosuero (Parzanese, 2014).

Obtención de aislados de suero

En el proceso para la obtención de aislados de proteínas de suero se aplican distintos tipos de tecnologías de membrana, mediante etapas de filtrado en serie:

1. Ultrafiltración I. Alimentación: corriente de concentrado de suero tipo APS 35.
 2. Microfiltración. Alimentación: corriente de salida de la etapa de Ultrafiltración I.
 3. Ultrafiltración II. Alimentación: corriente de salida de la etapa de Microfiltración.
- (Parzanese, 2014).

En la Figura 4 se muestran esquemáticamente el proceso para la obtención de concentrados de proteína y aislados de proteína de suero.

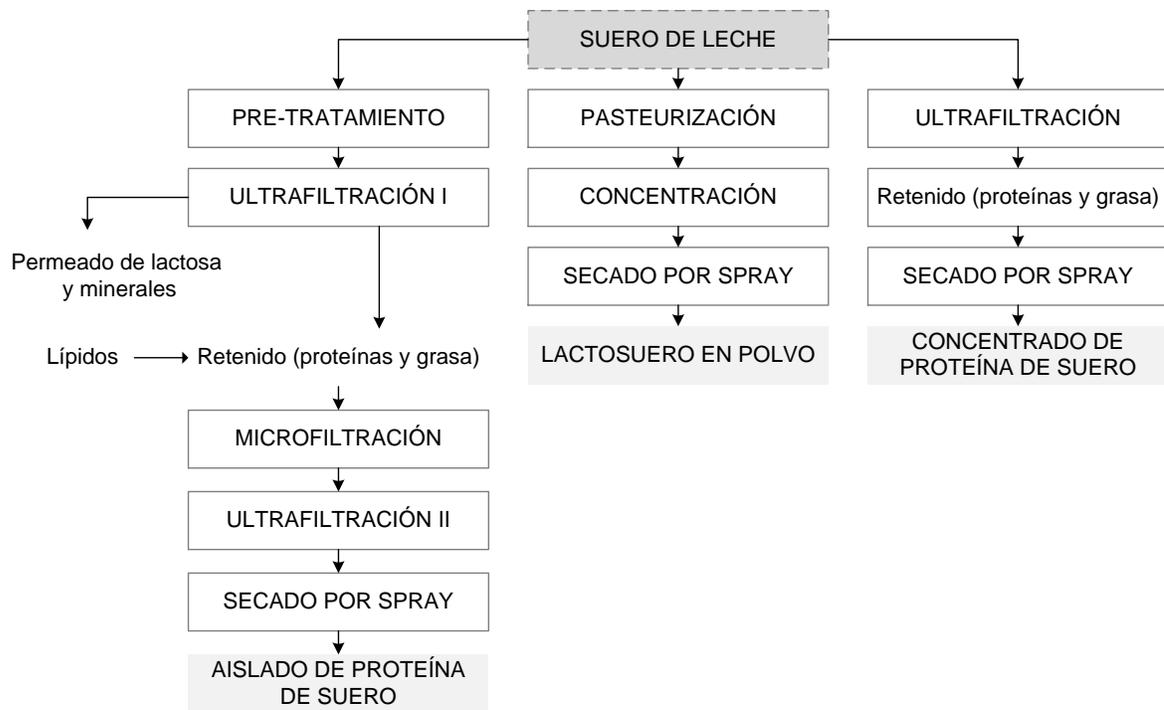


Figura 4. Obtención de concentrados y aislados de proteína de suero.

Fuente: Adaptado de Parzenese, 2014

1.4 Bebida fermentada

Se le conoce como leche fermentada a la obtenida por la acidificación de la leche estandarizada entera o deshidratada, pasteurizada, parcialmente descremada, semidescremada o descremada, debido a la acción de bacterias lácticas vivas con la consiguiente reducción del pH, adicionada o no por aditivos, por alimentos e ingredientes opcionales (NOM-243-SSA1-2010).

1.5 Cultivos iniciadores: *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*

Para la elaboración de bebidas fermentadas se emplean diversas cepas, a continuación se describe la mezcla de microorganismos más comunes que las características texturales adecuadas para su procesamiento y aceptación del consumidor. La cepa seleccionada fue *Lactobacillus bulgaricus* - *Streptococcus thermophilus*.

Lactobacillus bulgaricus. Es una bacteria láctea homofermentativa, produce disminución del pH, puede producir hasta un 1.7% de ácido láctico (conformación isomérica D (-)) como principal componente aunque también interfiere en la producción de compuestos que le dan el aroma y sabor típico al yogurt como el Acetaldehído y Diacetilo respectivamente (Lactomerce, 2013).

1.5.1 Simbiosis de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*

La fermentación ácida láctica es un proceso biológico único en el cual los cultivos simbióticos del *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* y el *Streptococcus thermophilus* están involucrados. Ambos microorganismos cooperan entre si durante la fermentación y el crecimiento asociado compensándose unos a otros metabólicamente que dan como resultado una acidificación acelerada (Lactomerce, 2013).

En la Tabla 7 se mencionan las temperaturas que favorecen el crecimiento de los microorganismos responsable de la fermentación de la lactosa.

Tabla 7. Condiciones de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*.

Géneros	Forma	Temperatura de crecimiento (° C)	Metabolito principal	Productos secundarios
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Cocos	40 – 44	L (+) ácido láctico	Acetaldehido, acetona, Acetoina, Diacetilo, (Etanol)
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Bacilos	40 - 44	D (-) ácido láctico	Acetaldehido, acetona, Acetoina, Diacetilo, (Etanol)

Fuente: Walstra *et al.*, 2006.

1.6 Chocolate

El chocolate también es una materia prima empleada en la elaboración de chocolate relleno, por lo cual es importante tener en cuenta aspectos de importancia en el

manejo de este alimento para su utilización y aprovechamiento. En el siguiente apartado se hablará acerca de algunos aspectos de relevancia.

1.6.1 Definición

Existen diversas definiciones de chocolate, a continuación se citan dos de estas:

Chocolate, al producto homogéneo elaborado a partir de la mezcla de dos o más de los siguientes ingredientes: pasta de cacao, manteca de cacao, cocoa adicionado de azúcares u otros edulcorantes, con independencia de que se utilicen otros ingredientes, tales como productos lácteos y aditivos para alimentos (NOM-186-SCFI-2013).

El chocolate es el alimento que se obtiene mezclando azúcar con dos productos derivados de la manipulación de las semillas del cacao: una materia sólida (la pasta de cacao) y una materia grasa (la manteca de cacao). A partir de esta combinación básica, se elaboran los distintos tipos de chocolate, que dependen de la proporción entre estos elementos y de su mezcla o no con otros productos tales como leche y frutos secos (Pazmiño, 2015).

El **chocolate** se obtiene por un proceso adecuado de fabricación a partir de materias de cacao que pueden combinarse con productos lácteos, azúcares y/o edulcorantes y otros aditivos (CODEX ALIMENTARIUS STAN 87, 2003).

Chocolate amargo u obscuro y semiamargo es el producto homogéneo elaborado a partir de la mezcla de pasta de cacao, manteca de cacao, cocoa, adicionado de azúcares u otros edulcorantes, así como de otros ingredientes opcionales, tales como productos lácteos y aditivos para alimentos, y que debe cumplir con los mínimos previstos en la Tabla 8 (NOM-186-SCFI-2013).

Chocolate con leche es el producto homogéneo elaborado a partir de la mezcla de dos o más de los siguientes ingredientes: pasta de cacao, manteca de cacao, cocoa, adicionado de azúcares u otros edulcorantes, extracto seco de leche referido a la adición de ingredientes lácteos en sus proporciones naturales, salvo que la grasa de leche podrá agregarse o eliminarse, así como de otros ingredientes opcionales y

aditivos para alimentos y que debe cumplir con los mínimos previstos en la Tabla 8 (NOM-186-SCFI-2013).

1.6.2 Composición química del chocolate

El chocolate es nutricionalmente completo, ya que contiene aproximadamente un 30% de materia grasa, un 6% de proteínas, un 61% de carbohidratos, y un 3% de humedad y de minerales (fósforo, calcio, hierro), además de aportar vitaminas A y del complejo B.

Los componentes mayoritarios de los tipos de chocolate más comunes se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Chocolate oscuro, con leche y blanco: constituyentes principales.

Producto	(%)			
	Carbohidratos	Grasa	Proteína	Humedad
Chocolate oscuro	63.5	28.0	5.0	3.5
Chocolate con leche	56.9	30.7	7.7	4.7
Chocolate blanco	58.3	30.9	8.0	2.8

Fuente: Afoakwa, 2010.

La materia grasa del chocolate es la manteca de cacao, la que contiene un 35% de ácido oleico, un 35% de ácido esteárico, y un 25% de ácido palmítico. El 5% restante está formado por diversos ácidos grasos de cadena corta cuya composición es típica de las diferentes almendras de cacao.

La estructura de los triacilglicéridos que componen la materia grasa del chocolate, se caracteriza por tener un punto de fusión en el rango 27-32°C, y es esta la característica organoléptica más interesante del chocolate, ya que una barra de este producto se funde con relativa rapidez en el paladar humano formando, sin originar grumos, una masa cremosa de textura y sabor muy agradable (Valenzuela, 2007).

La composición de cada tipo de chocolate es lo que lo hace diferente del resto. El componente y los límites de la cantidad del mismo, se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Composición % m/m en base seca.

Producto	Manteca de cacao total	Cocoa desgrasada totalmente	Sólidos totales de cacao	Grasa butírica total	Sólidos totales de leche	Sólidos totales de cacao y leche	Grasa vegetal diferente a la de manteca de cacao*
Chocolate	≥ 18.0	≥ 14.0	≥ 35.0				≤ 5.0
Chocolate amargo u oscuro	≥ 22.0	≥ 18.0	≥ 40.0				≤ 5.0
Chocolate con leche	≥ 20.0	≥ 2.5	≥ 25.0	≥ 2.5	≥ 14.0	≥ 40.0	≤ 5.0
Chocolate con alto contenido de leche	≥ 17.0	≥ 2.5	≥ 20.0	≥ 5.0	≥ 20.0	≥ 40.0	≤ 5.0

*La adición de grasas vegetales distintas a la manteca de cacao, no debe exceder del 5% de la masa del producto terminado, después de deducir el peso total de cualquier otro producto alimenticio comestible añadido al chocolate y sin reducir el contenido mínimo de las materias de cacao.

Fuente: Adaptación de Norma Oficial Mexicana 2013, NOM-186-SSA1/SCFI-2013,

1.6.3 Elaboración de chocolate.

En la Figura 5 se muestra el proceso de elaboración del chocolate.

La descripción del diagrama de la Figura 5 se explica a continuación.

Cultivo y cosecha*

El cacao es originario de México, pero también se cultiva en una franja que se extiende a 10 grados al norte y 10 grados al sur del Ecuador. El 70% la producción mundial viene de África del Oeste, siendo Costa de Marfil y Ghana los principales productores de cacao, aunque entre los más preciados se encuentran los de Ecuador y Venezuela.

En las regiones productoras de cacao se hacen dos cosechas al año pues las mazorcas maduran cada 4-6 meses. El agricultor las recoge del árbol seccionándolas por el tallo cuidadosamente.

Desgrane*

Las mazorcas se desgranar, partiéndolas por la mitad con ayuda del machete para extraer la pulpa y las habas.

Fermentación

Pulpa y habas pasan un proceso de fermentación en cajas o entre hojas de platano cuyo objetivo es evitar que el haba germine, eliminar la pulpa viscosa e iniciar el desarrollo del aroma. Este proceso dura entre 4 y 7 días. La fermentación es la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad para la formación de sustancias aromáticas.

Secado

El secado puede realizarse de forma natural aprovechando el calor producido por los rayos solares durante 8 días, según las condiciones climáticas.

El secado del grano del cacao tienes dos propósitos:

- a) Disminuir el exceso de humedad de los granos fermentados del 55% a 6-7% aproximadamente.
- b) Y terminar el desarrollo de los precursores del sabor y aroma a chocolate que inició durante la fermentación

El secado es esencial ya que de no hacerse de la forma adecuada, la muestra no llegará a tener el sabor y aroma deseados.

Para el almacenamiento y transporte el contenido de humedad debe ser <8% o puede darse crecimiento de mohos. Las habas de cacao, ya fermentadas, secas y enfriadas serán almacenadas en sacos para ser transportadas a las fábricas.

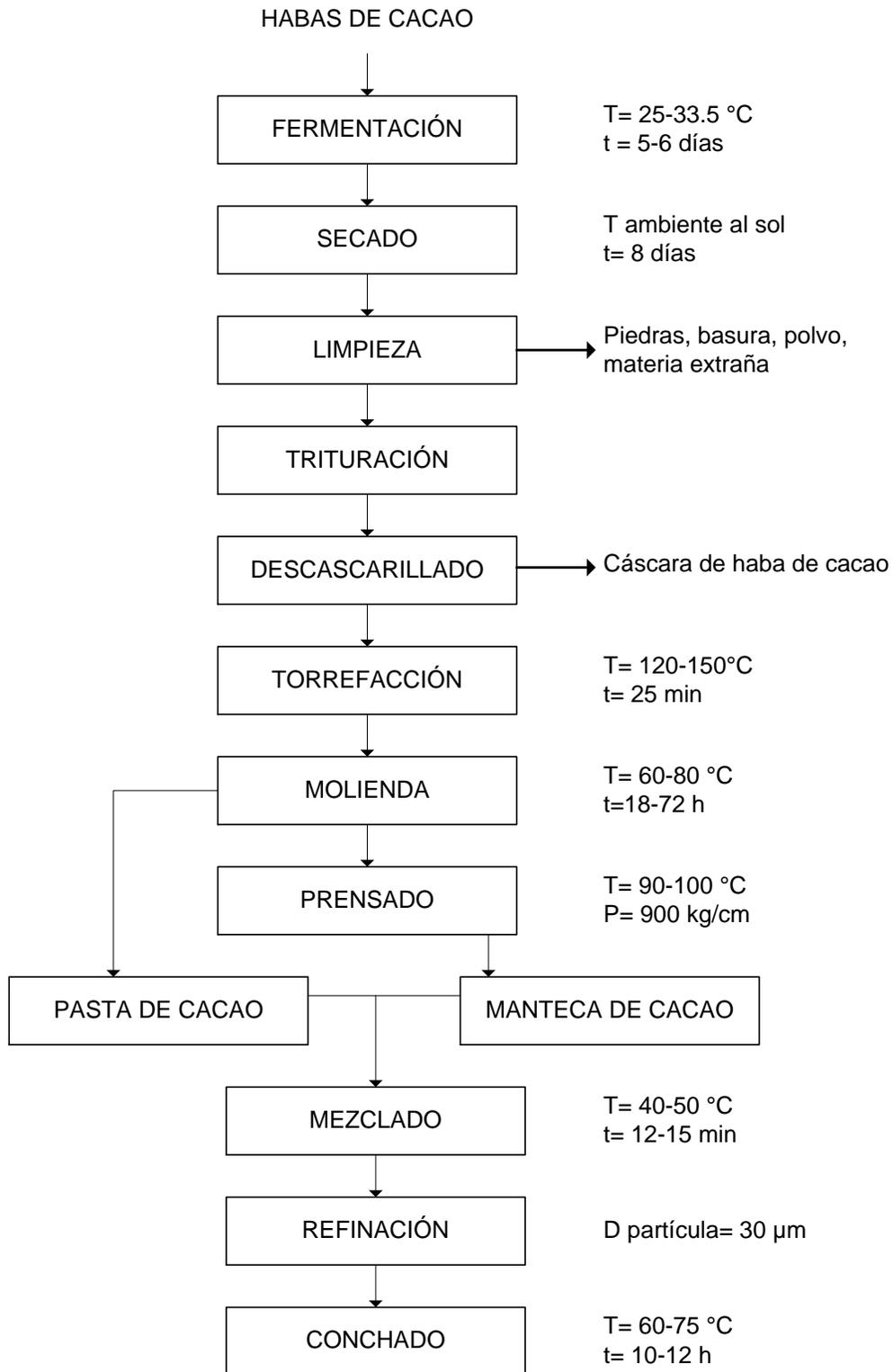


Figura 5. Diagrama del proceso tradicional de confección del chocolate.

Fuente: Adaptación de Beckett, 1994, Caballero, 2014, Nestlé, 2017, Torres, 2012.

Limpieza

Una vez que llegan a la fábrica las habas de cacao pasan por un proceso de limpieza, donde se eliminan objetos como piedras, cuerdas, habas pegadas, ramitas, etc., que acompañan a la materia prima, cacao en grano, proveniente de países tropicales.

Trituración

Las habas son trituradas, partiéndose en trocitos más pequeños. El haba ya limpia y triturada pasará a ser tostada en el proceso de torrefacción.

Descascarillado

Las habas de cacao son de un tamaño similar a una almendra y también tienen una ligera cáscara. Por ello, una vez trituradas se separa la cáscara de haba de cacao a través de unos aspiradores, gracias a que pesa menos.

Consiste en la separación de la cascarilla del resto del cotiledón. La cascarilla se rechaza y el cotiledón se aprovecha para la fabricación

Torrefacción

Es la torrefacción un delicado proceso que impacta el color, el aroma y el sabor del producto final, pues es en este proceso donde el haba de cacao desarrolla más de 400 aromas.

Las habas de cacao se tuestan a una temperatura que oscila entre 120 y 150 grados centígrados durante un tiempo variable que puede llegar a 25 minutos. Temperatura y tiempo de tostado son las variables claves a controlar para obtener chocolate. El haba de cacao se eleva hasta la parte superior del tostador de forma que se va tostando por medio de vapor de agua procedente de la parte inferior del mismo.

Conseguir el punto exacto de torrefacción es clave para obtener después el mejor chocolate. El tiempo, temperatura y humedad utilizados durante el proceso de tostado dependen del tipo de grano y de la clase de chocolate o producto final que se

quiera elaborar. Los cambios físicos y químicos que ocurren durante el tostado del cacao están relacionados con el tiempo y la temperatura del tostado, y también, con el grado de humedad que se elimine.

Molienda

Una vez que el cacao ha sido descascarillado y tostado se procede al molido de las habas donde alcanzan mayor temperatura hasta la obtención de un producto líquido, por el alto contenido en materia grasa, conocido con el nombre de pasta o licor de cacao, que será la materia prima básica para la obtención de los chocolates.

La molienda más fina se traducirá en una mayor viscosidad y en un color más claro, mientras que la molienda más gruesa resultara en una menor viscosidad y en un color más oscuro al igual que el contenido total de grasa.

Prensado

El licor de cacao es prensado mediante prensas hidráulicas con el fin de desengrasarlo y obtener así la manteca de cacao que será añadida en el mezclado. Dependiendo del tiempo de prensado y del tipo de prensa la torta resultante tendrá porcentajes variables de grasa.

Mezclado

En esta etapa del proceso se adicionan los ingredientes correspondientes a cada una de las fórmulas del chocolate, en base a manteca de cacao, pasta de cacao, saborizantes y leche en polvo. Estos ingredientes se mezclan en un mezclador continuo o discontinuo para obtener una mezcla completamente homogénea., utilizando combinaciones estándar de tiempo-temperatura (normalmente 12-15 minutos a 40-50°C).

Para elaborar el chocolate se vierten en una mezcladora diferentes ingredientes en función del tipo de chocolate, como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Tipos de chocolate y sus respectivos ingredientes.

Tipo de chocolate	Ingredientes
Chocolate negro	Pasta de cacao, manteca de cacao, azúcar,
Chocolate con leche	Pasta de cacao, manteca de cacao, azúcar y leche.
Chocolate blanco	Manteca de cacao, azúcar y leche.

Fuente: NESTLÉ, 2017.

Refinación

La textura de esta mezcla de ingredientes es granulosa por lo que se hace pasar por máquinas con cinco rodillos por los que va avanzando la mezcla a la vez que disminuyendo el tamaño de las partículas hasta obtener un polvo fino de un tamaño de partícula inferior a los 30µm, de forma que pasa perfectamente por el paladar sin sentir ninguna rasposidad.

Es un proceso esencial pues el tamaño final de partícula tiene una influencia sustancial sobre las características reológicas y sensoriales que tendrá el producto acabado confiriendo al chocolate gran parte de su finura y calidad.

Conchado

Esta operación elimina los últimos restos de humedad, aumenta la pastosidad y desaparece la aspereza y amargor del cacao en bruto.

Para que la mezcla alcance toda su finura y untuosidad y acabe de desarrollar todos los aromas, el cacao se somete al proceso de conchado, proceso en que la mezcla será amasada durante horas o incluso durante días, y donde perderá parte de los aromas amargos y ácidos y desarrollará todos los aromas más preciados en el chocolate. El conchado se lleva a cabo normalmente con la agitación del chocolate a temperaturas superiores a los 40-50°C durante unas cuantas horas (habitualmente 10-12 h). Para proporcionar al chocolate la viscosidad deseable, puede añadirse manteca de cacao y lecitina con el fin de incrementar la fluidez de la mezcla. También se incorpora aroma natural de vainilla que permitirá darle el gusto definitivo deseado.

Es el conchado, junto con la torrefacción, el otro proceso clave en la elaboración de chocolate.

(Beckett, 1994, Caballero, 2014, Nestlé, 2017, Torres, 2012)

1.6.4 Atemperado del chocolate

Cristalización de la manteca de cacao

El paso de la manteca de cacao de estado líquido a sólido debe realizarse en unas condiciones determinadas ya que la manteca de cacao está formada por triglicéridos diferentes, ya sea por la composición en ácidos grasos o por su posición distinta respecto al glicerol (Torres, 2012); las grasas pueden cristalizarse de diferentes modos a causa de la propiedad denominada polimorfismo, es decir que las grasas pueden presentarse bajo distintas forma moleculares (Pérez, 2006) y por esta razón cada estructura tiene un punto de fusión distinto.

Como se mencionó con anterioridad, la manteca de cacao está compuesta por varios triglicéridos que solidifican a diferentes velocidades y temperaturas.

Los tres principales ácidos grasos presentes en la manteca de cacao representan el 95% de los ácidos grasos totales. Casi el 35% corresponden al ácido oleico, 34% al ácido esteárico y 26% al ácido palmítico (Pérez, 2006).

La manteca de cacao presenta seis formas polimórficas diferentes. Éstas son:

I. γ II. α III. β_2' IV. β_1' V. β_2 VI. β_1

En el caso particular del chocolate se emplea otra nomenclatura. Las mismas se conocen con los números romanos que van desde el I hasta el VI en orden de estabilidad termodinámica creciente (Rincón, 2013).

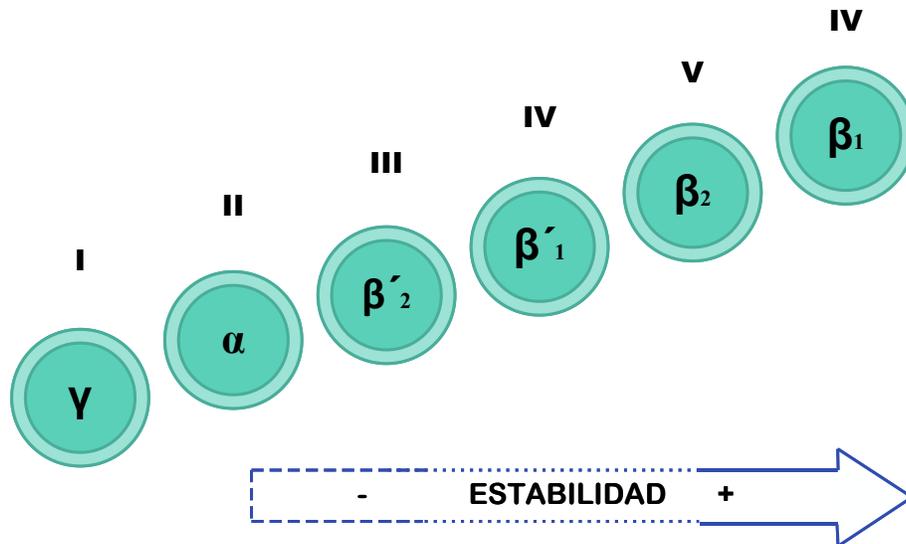


Figura 6. Formas polimórficas de ácidos grasos presentes en la manteca de cacao.

De las 6 posibles formas polimórficas se considera que solo las formas V y VI son estables y por tanto son las deseables como se muestra en la Figura 6, dando un aspecto brillante, buen chasquido, contracción y resistencia a la migración de grasas en el chocolate final (Pérez, 2006, Torres 2012).

Importancia del atemperado

El atemperado incompleto o mal ejecutado, trae consigo crecimiento inestable de cristales y malas características de solidificación de la grasa y el azúcar, lo cual produce diferencias en el color, debido a la luz reflejada que es desorientada por el crecimiento desorganizado de cristales. Aparte del mal color de la superficie; la manteca de cacao junto con el azúcar puede cristalizar y parecer como motas blanquecinas o como una superficie listada blanco grisácea conocida como “fat bloom” y “sugar bloom” respectivamente. Por lo tanto, antes de bañar o moldear, ha de atemperarse el chocolate para que contenga solamente la forma de fusión más alta β con alto grado de “maduración”. Esto aporta los mejores resultados para el acabado de calidad y la mejor conservación (Beckett, 1994).

Fundamento del atemperado

El atemperado es un proceso de en el que se consigue la cristalización de las moléculas de la manteca de cacao para inducir la forma sólida más estable (Torres, 2012).

El proceso consiste en el “corte” de la masa de chocolate a temperaturas controladas para promover cristalización de triglicéridos en la manteca de cacao para efectuar un ajuste en las características de estabilidad de espuma, propiedades de desmoldado, características de brillo y vida útil (Afoakwa, 2010).

Los protocolos de Tiempo – temperatura y corte se emplean para inducir la nucleación de polimorfos estables con la formación de una estructura cristalina tridimensional que influyen en la microestructura, propiedades mecánicas y apariencia de los productos.

La organización de la red cristalina y el estado polimórfico de los cristales de triglicéridos así como la afectación por las condiciones de cristalización son importantes factores que determinan las propiedades reológicas y texturales del sistema de cristalización de triglicéridos (Afoakwa, 2010).

De acuerdo a Beckett, (1994) y Torres (2012), el proceso de temperado se lleva a cabo en cuatro etapas.

Fusión (a 50°C), enfriamiento hasta el punto de cristalización (a 32°C), cristalización (a 27°C) y conversión de los cristales inestables existentes (a 29-31°C) (Afoakwa, 2010).

A continuación se describe en qué consiste cada una de ellas.

- ✓ En la primera etapa del atemperado controlado se tiene un chocolate completamente libre de cristales, es decir, a 45°C-50°C.
- ✓ La segunda etapa consiste en disminuir gradualmente la temperatura del chocolate (32°C) para inducir la siembra e iniciar las primeras etapas del crecimiento de cristales; en esta fase inicial, los cristales pueden crecer con

mucha rapidez y, a medida que la viscosidad aumenta, surge la necesidad de elevar la temperatura del chocolate para evitar la solidificación descontrolada.

- ✓ En la tercera etapa tiene lugar un recalentamiento gradual por dos motivos. La mayor parte del calor se aplica por vía de intercambiadores de calor. También se genera algo de calor a medida que se desarrolla el calor latente ($0.9 \frac{J}{g}$ para manteca de cacao).
- ✓ En la cuarta etapa, etapa de retención, se promueve la maduración cristalina. La agitación favorece el reparto de los núcleos para crear una estructura fina y homogénea de pequeños cristales y la conversión de los cristales inestables existentes (a 29-31°C).

En la Figura 7 se muestra el ascenso y descenso de temperaturas aplicado en el temperado, de acuerdo al tipo de chocolate.

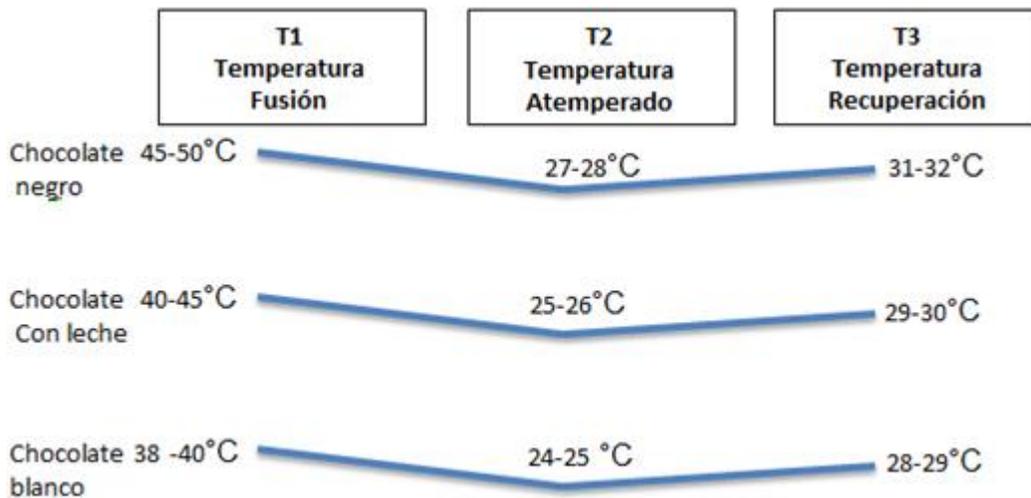


Figura 7. Curva de atemperado según el tipo de chocolate.

Fuente: Gadgets & cuina, 2014.

1.7 Evaluación sensorial

A continuación se hablará acerca de la definición de evaluación sensorial.

1.7.1 Definición

El análisis sensorial de los alimentos se define, en sentido amplio, como un conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos, a través de uno o más de los sentidos humanos.

Es una función que el consumidor realiza consciente o inconscientemente para la aceptación o rechazo de los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos (Sancho, *et al.*, 1999).

Es evidente la importancia que, para el Ingeniero en Alimentos tiene el disponer de sistemas y herramientas que le permitan conocer y valorar las cualidades organolépticas del producto que elabora, y la repercusión que los posibles cambios en su elaboración (Sancho, *et al.*, 1999).

1.7.2 Tipos de pruebas

Existen diferentes pruebas utilizadas en una evaluación sensorial de los alimentos, las más utilizadas se definirán a continuación.

1.7.2.1 Pruebas de ordenamiento

Las pruebas de ordenamiento de estímulos se usan para determinar la capacidad de un panelista de diferenciar pequeñas diferencias entre estímulos.

En estas muestras se le dan a los jueces tres o más muestras que difieren en alguna propiedad, y se les pide que las pongan en orden decreciente o creciente de dicha propiedad (Anzaldúa, 1994).

1.7.2.2 Pruebas descriptivas. Escalas de intervalo

En estas pruebas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de una manera más objetiva. Proporcionan mucho más información acerca del producto que las otras pruebas.

Una escala en la cual no solo se tienen los puntos extremos, sino que contiene además uno o más puntos intermedios, es lo que se conoce como escala de intervalo. Con este tipo de escala se resuelve en parte el problema de la subjetividad de los jueces al asignar un atributo considerado en el alimento (Anzaldúa, 1994).

1.7.3 Tipos de jueces

Para una evaluación sensorial de alimentos es primordial contar con personal capacitado para la realización de las pruebas necesarias para llevar a cabo el análisis, a este personal se le llama jueces. Existen diferentes tipos de jueces. A continuación se mencionarán los que fueron requeridos para este proyecto:

1.7.3.1 Jueces semi-entrenados

Los jueces semientrenados, son personas que han recibido un entrenamiento teórico y realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen suficiente habilidad, pero generalmente solo participan en pruebas discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas (Anzaldúa, 1994).

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Problema

Elaborar un chocolate relleno con un fermentado a base de suero de leche enriquecido con proteínas.

Objetivo General

Elaborar un fermentado a base de suero de leche con la incorporación de leche en polvo y cepa microbiana, evaluando aspectos químicos, y sensoriales para ser empleada como relleno de un chocolate.

Objetivos particulares

Objetivo particular 1

Establecer la concentración óptima de leche en polvo añadida al suero de leche en polvo rehidratado por medio de una estandarización para obtener fermentado enriquecido en proteína.

Objetivo particular 2

Elaborar un fermentado tipo yogurt a partir de suero de leche dulce, evaluando aspectos químicos y sensoriales para garantizar su calidad y aceptación.

Objetivo particular 3

Adicionar los tres sabores Bailey's, fresa o durazno al fermentado tipo yogurt por medio de un dosificador para su posterior uso como relleno de chocolate.

Objetivo particular 4

Establecer la mejor relación de uso entre el chocolate con leche y chocolate amargo haciendo pruebas de atemperado para la obtención de un chocolate líquido para cubiertas.

Objetivo particular 5

Elaborar el chocolate relleno de fermentado tipo yogurt estandarizando el proceso de elaboración para su posterior análisis químico proximal, microbiológico y sensorial.

Objetivo particular 6

Realizar el Análisis Químico Proximal al chocolate relleno mediante técnicas oficiales para conocer su composición química; así también se realizará un análisis microbiológico con los métodos de prueba establecidos en la normatividad mexicana para asegurar la inocuidad del producto.

Objetivo particular 7

Realizar una evaluación sensorial del chocolate relleno de la bebida fermentada aplicando pruebas descriptivas y discriminativas para identificar las oportunidades que tendría el producto en el mercado y la preferencia del consumidor por el mismo.

2.1 Cuadro metodológico

Todos los objetivos anteriores se presentan en la Figura 8 conformando así el cuadro metodológico.

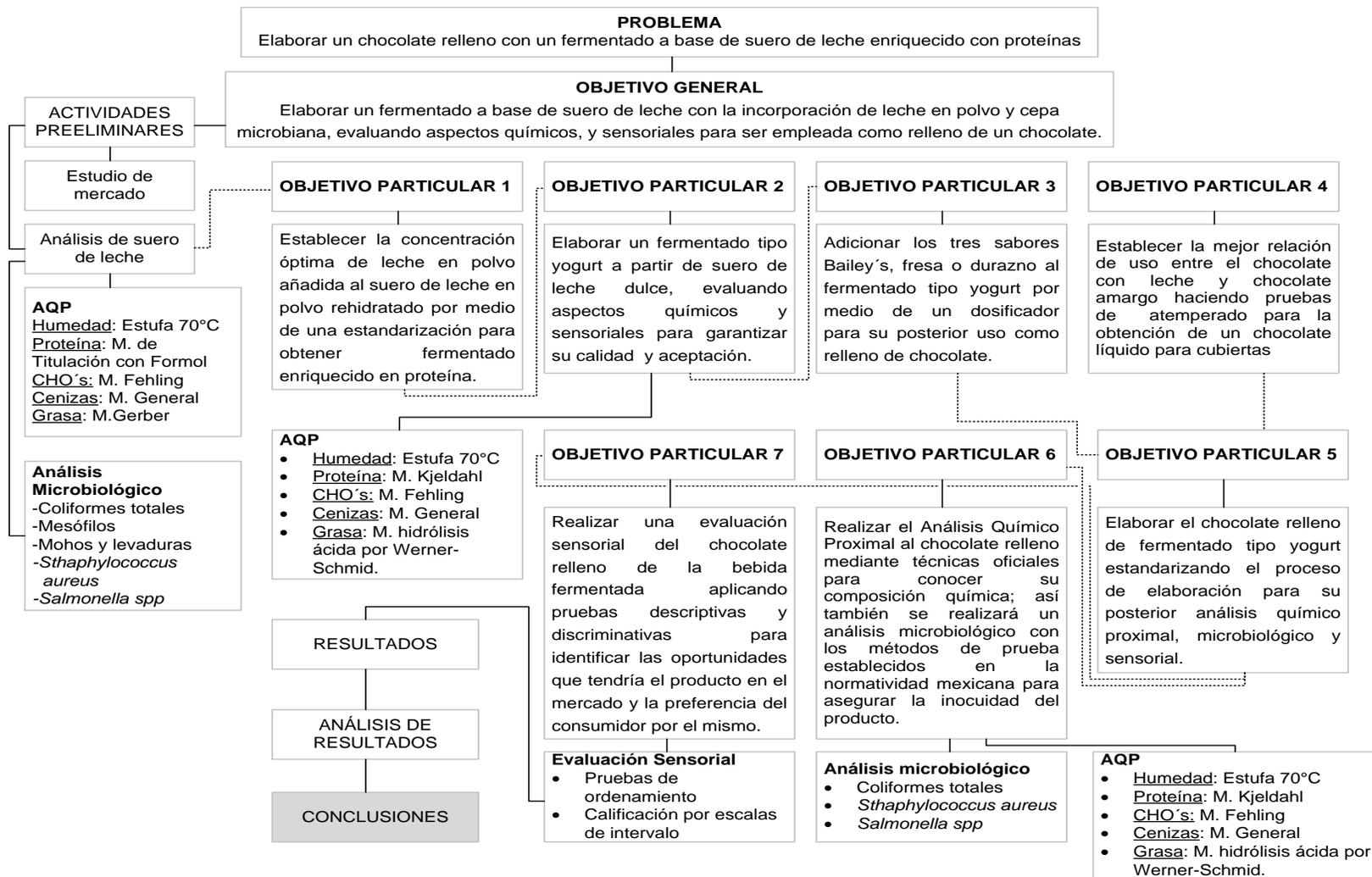


Figura 8. Cuadro Metodológico.

2.2 Actividades preliminares

2.2.1 Estudio de Mercado

Se aplicó una encuesta a 100 personas pertenecientes en su mayoría a la comunidad estudiantil de la FES Cuautitlán Campo 1 con el fin de conocer la tendencia de consumo del chocolate y saber que tan interesante era la idea de un chocolate relleno de un fermentado saborizado.

Algunas de las preguntas tenían como objetivo determinar algunas características del producto propuesto como son sabor y geometría.

La encuesta se difundió tradicionalmente con un llenado a papel y pluma y también mediante medios electrónicos.

La Figura 9 presenta la encuesta que constó de ocho preguntas.

NOMBRE: _____ EDAD: _____ SEXO: M F

F

1. *¿Con que frecuencia consumes chocolate?*
 - a. Diario
 - b. Dos veces por semana
 - c. Cada semana
2. *¿Con que frecuencia consumes yogurt?*
 - a. Diario
 - b. Dos veces por semana
 - c. Cada semana
3. *¿Qué opinión le merece un chocolate relleno de un producto tipo yogurt saborizado?*
 - a. Muy interesante
 - b. Interesante
 - c. Nada interesante
4. *¿Qué sabor de producto tipo yogurt sería de tu agrado en la combinación con chocolate?*
 - a. Mango
 - b. Durazno
 - c. Fresa
 - d. Zarzamora
 - e. Otro. ¿Cuál? _____
5. *¿Qué geometría sugieres para el chocolate relleno de un tipo yogurt?*
 - a. Esferas
 - b. Barritas
 - c. Corazones
 - d. Otro. ¿Cuál? _____
6. *¿Qué presentación le gustaría que tuviera el producto?*
 - a. Pequeña (30g)
 - b. Mediana (60 g)
 - c. Grande (80g)
7. *Partiendo de la base que el precio de este producto le pareciera aceptable... ¿qué probabilidad hay de que lo compre?*
 - a. Lo compraría en cuanto estuviese en el mercado
 - b. Puede que lo compre en un tiempo
 - c. No creo que lo compre
 - d. No lo compraría
8. *¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto?*
 - a. \$7
 - b. \$10
 - c. \$15

Figura 9. Formato de encuesta para estudio de mercado.

El análisis de los resultados que se obtuvieron se verá a detalle en el Capítulo 3 de Resultados y Análisis en la sección 3.1.

2.2.2 Análisis Químico Proximal del suero de leche como materia prima

Se realizó el análisis químico proximal AQP (determinación de humedad, proteína, carbohidratos, cenizas y grasa) al suero de leche en polvo para conocer la composición de la materia prima para contrastar con los datos reportados en la hoja de especificaciones y comprobar que cumpliera con éstas.

Los métodos utilizados para el análisis del suero de leche en polvo, están marcados en la normas NOM-186-SCFI-2013, NOM-155-SCFI-2012 y NMX-F-607-NORMEX-2013, y son mencionados en la Tabla 11.

Tabla 11. Métodos del Análisis Químico Proximal para suero de leche.

	MÉTODO
Humedad	Estufa 70°C. NOM-186-SSA1/SCFI-2013 Equipo Milkoscan
Proteína	Método de titulación con formol. PEARSON. Equipo Milkoscan
Carbohidratos	Método de Fehling. NOM-155-SCFI-2012. Equipo Milkoscan
Cenizas	Método general 500°C PEARSON, NMX-F-607- NORMEX-2013 Equipo Milkoscan
Grasa	Método de Gerber. NOM-155-SCFI-2012. Equipo Milkoscan

El suero reconstituido fue analizado con el equipo Milkoscan.

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado como lo indica la norma.

2.2.3 Análisis microbiológico del suero de leche

Con el fin de asegurar la inocuidad del suero de leche se realizó un análisis microbiológico a la materia prima, aplicando el método de conteo en placa teniendo en cuenta los límites máximos permitidos según la NOM-243-SSA1-2010 como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Límites máximos permitidos de acuerdo a la NOM-243, 2010 de contenido microbiano para leche y derivados lácteos.

Microorganismo	Límite máximo NOM-243, 2010	Productos
Organismos Coliformes Totales	≤100 UFC/g o mL	Helados y sorbetes. Quesos de suero.
	≤50 UFC/g o mL	Bases o mezclas para helados.
	≤20 UFC/g o mL	En punto de venta; Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado; pasteurizados.
	≤10 UFC/g o mL	En planta: Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado; pasteurizados o deshidratados. Mantequilla, cremas, leche condensada azucarada, leche fermentada o acidificada, dulces a base de leche.
<i>Staphylococcus aureus</i>	≤10 UFC/mL por siembra directa.	Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado pasteurizado.
	≤100 UFC/g o mL	Mantequilla, cremas, leche condensada azucarada, leche fermentada o acidificada, dulces a base de leche. Quesos madurados y quesos procesados.
	1000 UFC/g	Quesos frescos y quesos de suero.

Continuación de Tabla 12

Microorganismo	Límite máximo NOM-243, 2010	Productos
<i>Salmonella spp</i>	Ausente en 25 g o mL	Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado; pasteurizados o deshidratados. Quesos madurados y quesos procesados. Quesos de suero. Cremas, leche fermentada o acidificada; dulces a base de leche*, helados, sorbetes y bases para helados. Mantequillas.
Mohos y levaduras	500 UFC/g o mL	Quesos frescos, madurados*** y quesos de suero.
	100 UFC/g o mL	Quesos procesados
	50 UFC/g o mL	Bases o mezclas para helados.
Mesofílicos aerobios	200,000 UFC/g o mL	Helados y sorbetes.
	100,000 UFC/g o mL	Bases para helados.

*Para aquellos productos que contienen chocolate, cocoa, coco, huevo y semillas.

*** Aquellos productos que para su maduración requieren de hongos, pudieran estar fuera de este límite.

Fuente: Norma Oficial Mexicana 243-SSA1-2010.

Como lo indica la NOM-243, 2010 en la Tabla 12 el análisis microbiológico para materia prima se realizó únicamente para los siguientes microorganismos:

- Cuenta de coliformes totales
- Mesófilos
- Mohos y levaduras
- *Staphylococcus aureus*
- *Salmonella spp*

Cada prueba se realizó por duplicado como lo indica la norma.

2.3 Estandarización de proteína

Para lograr obtener una bebida fermentada con un contenido neto de proteína del 6%, se realizaron dos estandarizaciones por el Cuadro de Pearson. Este porcentaje fue referenciado con base a la cantidad de proteína presente en un producto comercial semejante.

La primera estandarización se consiguió con la hidratación del suero al 8.57% para tener un 3% de proteína.

La posterior adición de leche en polvo (13.04%) al suero hidratado representa la segunda estandarización. Se calculó tomando en cuenta el porcentaje de caseína presente en la leche en polvo utilizada (FORTILECHE), añadiendo así el equivalente a 3% de caseína, complementándose el porcentaje de proteína en el producto. La mezcla utilizada fue de 3% de proteína de suero de leche – 3% de proteína de leche en polvo para obtener un 6% total de proteína en el producto.

Se comprobó con ayuda del equipo *Milkoscan* como se explica más adelante.

La adición de caseína al suero de leche para su fermentación es fundamental para la formación de un coágulo firme y las características texturales de la bebida fermentada.

2.4 Elaboración del fermentado tipo yogurt saborizado

2.4.1 Preparación de inóculo

Para la preparación del inóculo se empleó 79.98% de leche fluida (SAN MARCOS) 20% de leche en polvo (NIDO) y 0.016 % de cepa (*Streptococcus thermophilus* - *Lactobacillus bulgaricus*) marca CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU ALCATRAZ; se mezclaron y se incubaron 500 mL a 38°C de 3 a 4 h.

2.4.2 Descripción de diagrama de fermentado tipo yogurt saborizado

En la Figura 10 se presenta el proceso de elaboración del producto fermentado con sus respectivas condiciones de proceso.

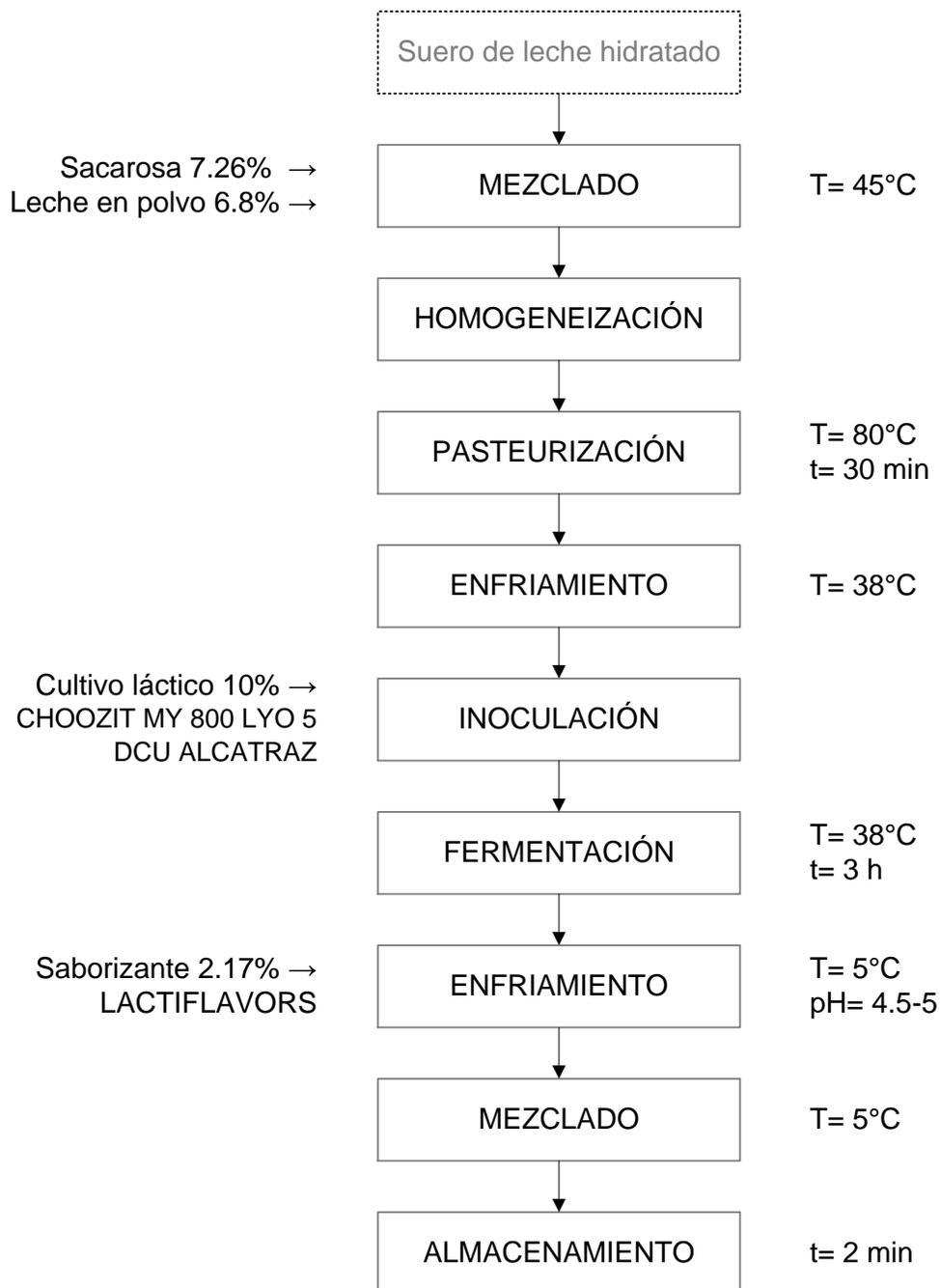


Figura 10. Diagrama de proceso de producto fermentado.

- **Mezclado**

Al suero de leche previamente hidratado se le incorporó la sacarosa y la leche en polvo para estandarizar su contenido de proteína con agitación constante con ayuda de una batidora de inmersión TAURUS Robot 300.

- **Homogeneización**

Además de la agitación, la mezcla se calentó hasta 45°C para asegurar una completa disolución de todos los ingredientes.

- **Pasteurización**

Para garantizar la inocuidad de la mezcla y evitar competencia con la flora bacteriana de la leche a las bacterias responsables de la futura fermentación, se pasteurizó la mezcla a 80°C durante 30 minutos con una agitación manual constante para evitar que se adhiriera a las paredes del recipiente y se quemara.

- **Enfriamiento**

El suero de leche se enfrió a 38°C que sería la temperatura a la que se inocularía con los cultivos lácticos liofilizados (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) (CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU ALCATRAZ).

- **Inoculación**

La inoculación es un punto crítico del proceso, pues es cuando el suero de leche es mezclado con el cultivo láctico que serán los encargados de la fermentación. Es por ello, que la temperatura es un parámetro que se debe controlar estrictamente. La máxima temperatura que el cultivo soporta son los 45°C (Walstra *et. al.*, 2006) por lo que se tuvo un riguroso control de esta temperatura. La fermentación se llevó a cabo durante 3 horas hasta alcanzar un pH de 4.5-5.0.

- **Enfriamiento**

Tras cumplirse el periodo de incubación y alcanzar el pH deseado (4.5-5.0), se enfrió para detener el proceso de fermentación y así controlar la acidez final del producto.

- **Mezclado**

En esta etapa se adicionó el sabor (Bailey's, fresa o durazno marca LACTIFLAVOR) y se mezclaron para una homogeneización completa. Esta etapa se llevó a acabo de forma manual por aproximadamente 2 minutos.

- **Almacenamiento**

El suero fermentado se mantuvo a 5°C con la finalidad de reducir al máximo posibles reacciones de deterioro del producto permitiendo conservar la calidad del producto.

2.5 Análisis Químico Proximal del fermentado

Se realizó un Análisis Químico Proximal AQP (determinación de humedad, proteína, carbohidratos, cenizas y grasa) al fermentado tipo yogurt con los métodos que establecen en la normatividad correspondiente al tipo de producto las cuáles se mencionan en la Tabla 13.

Tabla 13. Métodos del Análisis Químico Proximal para fermentado tipo yogurt.

	MÉTODO
Humedad	Estufa 70°C NOM-155-SCFI-2012.
Proteína	Micro Kjeldahl NOM-155-SCFI-2012.
Carbohidratos	Método de Fehling NOM-155-SCFI-2012.
Cenizas	Método general 500°C KIRK (1991), NMX-F-607-NORMEX-2013
Grasa	Método hidrólisis ácida. Werner-Schmid KIRK (1991)

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado como lo indica la norma.

2.6 Elaboración de chocolate para cubierta

2.6.1 Mezclas de chocolates

Se realizaron diferentes mezclas de chocolates en diferentes proporciones con el fin de obtener un producto que tras un proceso de temperado, mantenga los atributos propios de cobertura.

Las relaciones propuestas son las que se muestran a continuación:

- 1) Únicamente chocolate con leche (Marca MON FABRIC)
- 2) Únicamente chocolate semi-amargo (Marca TURÍN)
- 3) Combinación de chocolate con leche – chocolate amargo. Relación 50:50
- 4) Combinación de chocolate con leche – chocolate amargo con relación 75:25.

Se realizaron pruebas en las que se rellenaron moldes con chocolate y se dejaron enfriar.

Para comprobar si las mezclas de chocolate propuestas eran satisfactorias, el chocolate no debía romperse al momento de desmoldarse.

La mezcla cuatro (chocolate con leche – chocolate amargo con relación 75:25) fue la que cumplió con los requerimientos deseados; por lo tanto fue elegida para el desarrollo del presente proyecto.

2.6.2 Diagrama de elaboración del chocolate para cubierta

La Figura 11 muestra el proceso para hacer una cobertura de chocolate partiendo de chocolate con leche y chocolate amargo comerciales con sus respectivas temperaturas en cada etapa del proceso.

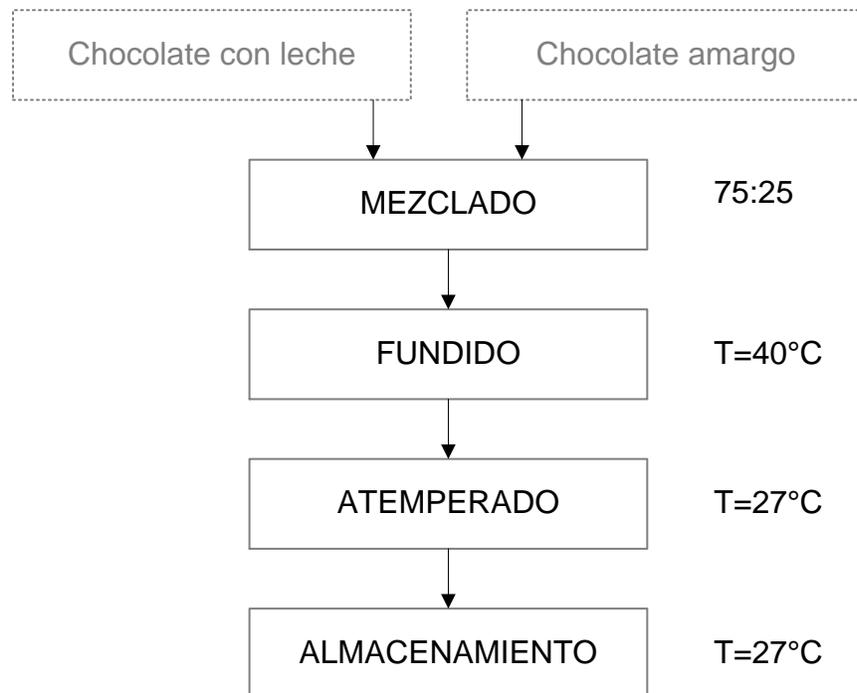


Figura 11. Diagrama de proceso de chocolate para cobertura.

- **Mezclado**

En una relación 75:25, el chocolate amargo y el chocolate con leche respectivamente se mezclaron para disminuir dulzor y aumentar el contenido de grasa que facilitó la fundición.

- **Fundido**

A la mezcla de chocolates se le aplicó calor en una fundidora eléctrica marca NOSTALGIA hasta que se observó una completa mezcla de los chocolates. En este punto se puso especial atención para que la temperatura no rebasara los 40°C.

- **Atemperado**

Cuando el chocolate estuvo completamente fundido y sin presencia alguna de grumos, se traspasó a una placa de mármol en la que se esparció a lo largo y se levantó con una espátula para que el área de contacto con el aire aumentara y así descendiera la temperatura hasta 27°C más rápidamente. El control de esta etapa

fue muy importante ya que un buen atemperado del chocolate evita problemas de fat bloom (los cristales de la manteca de cacao suben a la superficie cuando la temperatura llega a más de 30°C y se vuelven a cristalizar en la parte superior haciéndose visible una capa blanca) y/o sugar Bloom (la solubilización de las pequeñas partículas de azúcar que se separan formando cristales gruesos con la evaporación).

- **Almacenamiento**

Al llegar a los 27°C, el chocolate se regresó al contenedor y se mantuvo a esa temperatura para su uso posterior.

2.7 Elaboración del chocolate relleno

En esta sección se desarrolló el chocolate relleno del fermentado tipo yogurt previamente saborizado y sus respectivos análisis químicos y microbiológicos.

2.7.1 Proceso de elaboración de chocolates rellenos de fermentado

A continuación en la Figura 12 se presenta el diagrama de proceso en la elaboración de chocolates rellenos de un fermentado tipo yogurt saborizado así como la descripción de cada operación unitaria.

- **Llenado parcial**

Se llenó el molde con el chocolate recién atemperado y se golpeó ligeramente el molde contra una superficie plana y firme para erradicar la presencia de burbujas de aire en el producto. Después se invirtió el molde sobre la placa de mármol para eliminar el exceso de chocolate rasando con una espátula, a fin de que sólo quedase una delgada capa que recubriera el contorno del molde y limpiándose también los bordes.

- **Enfriamiento**

El molde se refrigeró por 5 minutos a una temperatura de 5°C para el endurecimiento del chocolate y posteriormente no se mezclara con el relleno.

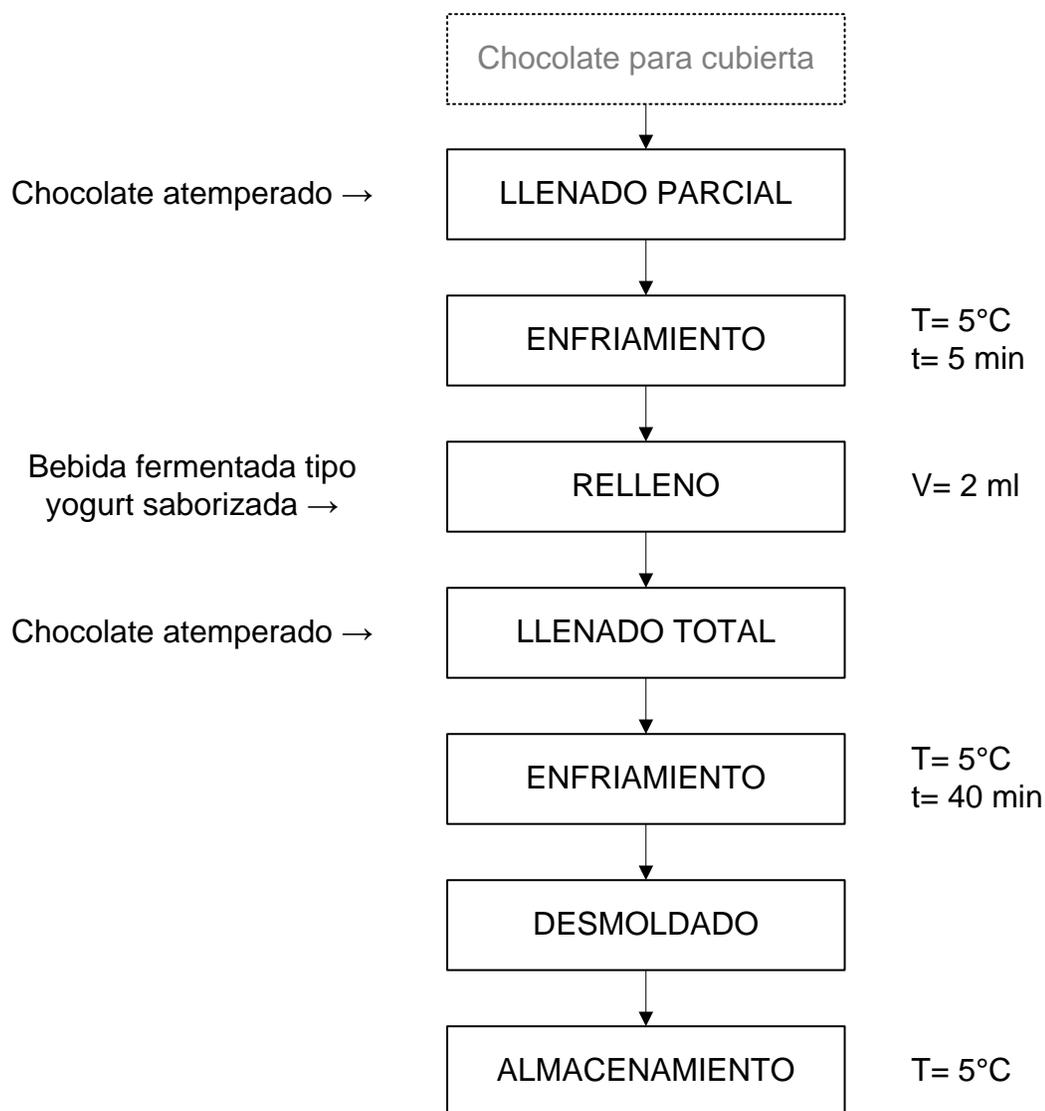


Figura 12. Diagrama de proceso de chocolate relleno de producto fermentado tipo yogurt saborizado.

- **Rellenado**

En los moldes enfriados, se colocaron porciones de 2 ml del fermentado como relleno con ayuda de una propipeta para estandarizar el volumen depositado en cada chocolate.

- **Llenado total**

El molde se cubrió cuidadosamente hasta la superficie con chocolate atemperado. El exceso de chocolate en los moldes se retiró con espátula.

- **Enfriamiento**

Los chocolates ya rellenos fueron colocados nuevamente al refrigerador a una temperatura de 5°C por 40 minutos hasta que el chocolate endureciera por completo.

- **Desmoldado**

Se retiraron los moldes del refrigerador y se invirtieron sobre una superficie plana dando un ligero golpe para favorecer un delicado desprendimiento de los chocolates.

- **Almacenamiento**

Al estar rellenos de un producto lácteo (fermentado a base de suero de leche) se conservaron en refrigeración a una temperatura entre 5°C hasta su consumo.

2.8 Análisis Químico Proximal del chocolate relleno

Se analizaron los principales componentes químicos como son humedad, proteína, carbohidratos, cenizas y grasa en el chocolate relleno del fermentado tipo yogurt.

Lo anterior se consiguió utilizando los métodos oficiales marcados en las normas NOM-186-SSA1-2012, NOM-155-SCFI-2012 y NMX-F-607-NORMEX-2013 que conciernen a productos lácteos y al chocolate y que se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14. Métodos del Análisis Químico Proximal para chocolate relleno del fermentado tipo yogurt.

	MÉTODO
Humedad	Estufa 70°C NOM-186-SSA1/SCFI-2013.
Proteína	Micro Kjeldahl NOM-155-SCFI-2012.
Carbohidratos	Método de Fehling NOM-155-SCFI-2012.
Cenizas	Método general 500°C KIRK y NMX-F-607-NORMEX-2013
Grasa	Método hidrólisis ácida. Werner-Schmid KIRK.

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado como lo indica la norma.

2.9 Análisis microbiológico del chocolate relleno

El último objetivo particular establece una evaluación sensorial del chocolate relleno en la que naturalmente, está involucrada la participación de personas, por lo que debe garantizarse la seguridad de la salud del consumidor.

En la Tabla 15 se muestran los microorganismos que deben analizarse para cacao y derivados.

Tabla 15. Especificaciones microbiológicas para cacao tostado, chocolate, sus variedades y productos similares, derivados del cacao.

Microorganismo	
Coliformes totales UFC/g	10
<i>Salmonella spp</i> en 25g	0
Mohos y levaduras* UFC/g	10

* Sólo aplica al cacao tostado.

Fuente: Norma Oficial Mexicana 186-SSA1/SCFI-2013.

De acuerdo con la Tabla 12 y la Tabla 15 de la NOM-243, 2010 y la NOM-186, 2013 respectivamente, las únicas determinaciones microbiológicas que se realizaron al producto terminado para corroborar su calidad, por ser de carácter obligatorio, son las que se muestran a continuación en la Tabla 16.

Tabla 16. Análisis microbiológicos para chocolate relleno de bebida fermentada.

Microorganismo	Producto	Referencia
Cuenta de coliformes totales	Leche fermentada o acidificada	NOM-243-SSA1-2010
	Chocolate sus variedades	NOM-186-SSA1/SCFI-2013
<i>Staphylococcus aureus</i>	Leche fermentada o acidificada	NOM-243-SSA1-2010
<i>Salmonella spp</i>	Leche fermentada o acidificada	NOM-243-SSA1-2010
	Chocolate sus variedades	NOM-186-SSA1/SCFI-2013

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado como lo indica la norma.

2.9.1 Evaluación sensorial del chocolate relleno del fermentado

Finalmente para cubrir el último objetivo era necesaria la participación de jueces que evaluarían el producto y así conocer el nivel de agrado del mismo.

2.9.2 Selección de jueces para el análisis sensorial

Semientrenamiento de jueces

Para obtener resultados confiables en la evaluación sensorial del chocolate relleno de un fermentado tipo yogurt saborizado, se eligieron a 16 personas las cuáles se sometieron a un semientrenamiento teórico-práctico.

Éste constó de dos etapas; la primera etapa consistió en la presentación de un seminario para la instrucción de definiciones y conceptos involucrados en la disciplina de la evaluación sensorial y una explicación de los tipos de pruebas que suelen aplicarse con más frecuencia. Se profundizó en las pruebas descriptivas y de ordenamiento, puesto que son con las que se enfrentarían en la evaluación sensorial de nuestro producto de interés.

La segunda etapa fue la aplicación de una prueba para evaluar un producto comercial muy similar a nuestro relleno fermentado. Se evaluaron dos muestras diferentes, codificadas aleatoriamente.

Posteriormente se revisaron todas las pruebas aplicadas para estar seguras de que no había dudas de los jueces en cuanto a los datos solicitados. En la Figura 13 se muestra la hoja de evaluación que se aplicó a los jueces para su semientrenamiento.

Finalmente, se requirió su presencia en otra sesión para la evaluación del chocolate relleno del producto fermentado tipo yogurt saborizado. Los atributos considerados para su evaluación fueron sabor, textura, olor, dureza del chocolate, cantidad de relleno y cantidad de capa de chocolate.

En la Figura 14 se muestra la hoja de evaluación que se aplicó a los jueces para evaluar el chocolate relleno.

NOMBRE: _____ FECHA: _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Frente a usted hay tres muestras codificadas de bebida fermentada las cuales debe probar una a la vez de izquierda a derecha y marcar sobre la escala de acuerdo a su agrado o desagrado.

• Sabor

Dulce

Me disgusta mucho	Me disgusta Moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho
-------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------	----------------

Frutal

Me disgusta mucho	Me disgusta Moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho
-------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------	----------------

Fermentado

Me disgusta mucho	Me disgusta Moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho
-------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------	----------------

• Textura

Cremoso

Me disgusta mucho	Me disgusta Moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho
-------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------	----------------

Fluido

Me disgusta mucho	Me disgusta Moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho
-------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------	----------------

Viscoso

Me disgusta mucho	Me disgusta Moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho
-------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------	----------------

• Olor

Me disgusta mucho	Me disgusta Moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho
-------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------	----------------

Figura 13. Hoja de encuesta aplicada para semi entrenamiento de jueces con dos bebidas de referencia.

Acomode de mayor a menor de acuerdo a su agrado las muestras anteriores siendo el 2 el de mayor agrado y el 1 el de menor agrado.

Muestra	1156	5872
Orden		

Observaciones _____

Continuación de Figura 13.

NOMBRE: _____ FECHA: _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Frente a usted hay tres muestras codificadas de chocolates rellenos de bebida fermentada las cuales debe probar una a la vez de izquierda a derecha y marcar sobre la escala de acuerdo a su agrado o desagrado.

Relleno del chocolate:

- Sabor

Dulce

Me disgusta mucho Me disgusta Moderadamente Ni me gusta ni me disgusta Me gusta moderadamente Me gusta mucho

Frutal

Me disgusta mucho Me disgusta Moderadamente Ni me gusta ni me disgusta Me gusta moderadamente Me gusta mucho

Fermentado

Me disgusta mucho Me disgusta Moderadamente Ni me gusta ni me disgusta Me gusta moderadamente Me gusta mucho
- Textura

Cremoso

Me disgusta mucho Me disgusta Moderadamente Ni me gusta ni me disgusta Me gusta moderadamente Me gusta mucho

Fluido

Me disgusta mucho Me disgusta Moderadamente Ni me gusta ni me disgusta Me gusta moderadamente Me gusta mucho

Viscoso

Me disgusta mucho Me disgusta Moderadamente Ni me gusta ni me disgusta Me gusta moderadamente Me gusta mucho
- Olor

Me disgusta mucho Me disgusta Moderadamente Ni me gusta ni me disgusta Me gusta moderadamente Me gusta mucho

Figura 14. Hoja de encuesta aplicada para jueces semi entrenados de chocolate relleno con un producto fermentado tipo yogurt saborizado.

Producto total (chocolate y relleno juntos):

- Durez



- Cantidad de relleno



- Capa de chocolate



- Aceptación total (relleno y chocolate junto)



Acomode de mayor a menor de acuerdo a su agrado las muestras anteriores siendo el 3 el de mayor agrado y el 1 el de menor agrado.

Muestra	1347	2489	3965
Orden			

Observaciones _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU APOYO!

Continuación de Figura 14

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente apartado se mencionarán los resultados obtenidos en los análisis químicos, microbiológicos y sensoriales aplicados a la materia prima (suero), el fermentado y el producto terminado (chocolate con relleno) que se obtuvieron durante la experimentación de dicho proyecto, pero no sin antes presentar los resultados obtenidos del estudio de mercado que se planteó como la actividad preeeliminar base, puesto que sería el reflejo del interés del público por el producto. De no existir tal inclinación favorable, el actual proyecto hubiera buscado otras directrices de investigación.

3.1 Encuesta de investigación de mercado

Como ya se mencionó con anterioridad en la sección 2.2.1, se realizó una encuesta de mercado por vía virtual y real a 100 consumidores alumnos de la FES Cuautitlán en su mayoría. En donde se formularon nueve preguntas con el objetivo de conocer que tan frecuentemente la gente consume chocolate por el contenido calórico que este presenta, que sabor del relleno sería de su agrado en combinación con chocolate, el precio que estarían dispuestos a pagar por el producto como consumidores y sobre todo, estar seguros de la aceptación del producto elaborado en el presente proyecto.

Cabe destacar que más del 60% de los encuestados fueron mujeres.

En las Figuras que van de la numeración 15 a la 21 se presentan los resultados de cada una de las preguntas de la encuesta.

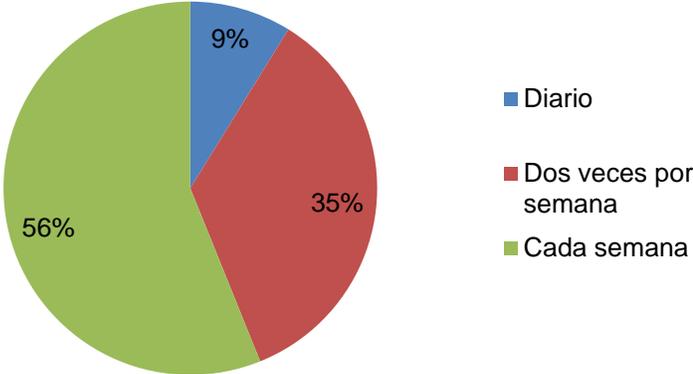


Figura 15. ¿Con qué frecuencia consumes chocolate?

En la Figura 15 se aprecia que únicamente el 44% de los encuestados tiene el hábito de consumo recurrente de chocolate de una a dos veces por semana. Muy probablemente la razón es por el alto aporte calórico que el chocolate nos proporciona, ya que es un alimento rico en grasa y carbohidratos. De acuerdo con la Guía de alimentos para la población mexicana de la Secretaría de Salud (2010), con una ración de 1/3 pieza de chocolate amargo se estaría ingiriendo 10 gramos de carbohidratos y 5 gramos de grasa, los cuáles aportan en promedio 85 kcal.

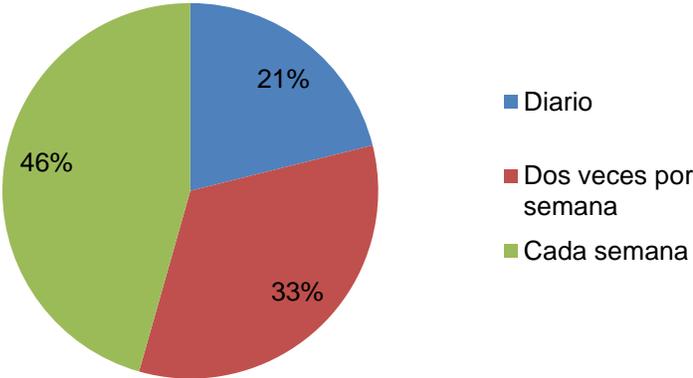


Figura 16. ¿Con qué frecuencia consumes yogurt?

De acuerdo a la Figura 16, el consumo regular de yogurt sobrepasa el 50% del total de las personas que apoyaron con el estudio de mercado. El yogurt se considera con alimento saludable y rico en nutrientes. La Guía de alimentos para la población mexicana de la Secretaría de Salud, 2010, reporta que la ingesta de 1 taza (250 mL) de yogurt con fruta aporta en promedio 150 kcal por su contenido de proteínas, grasa y fibra.

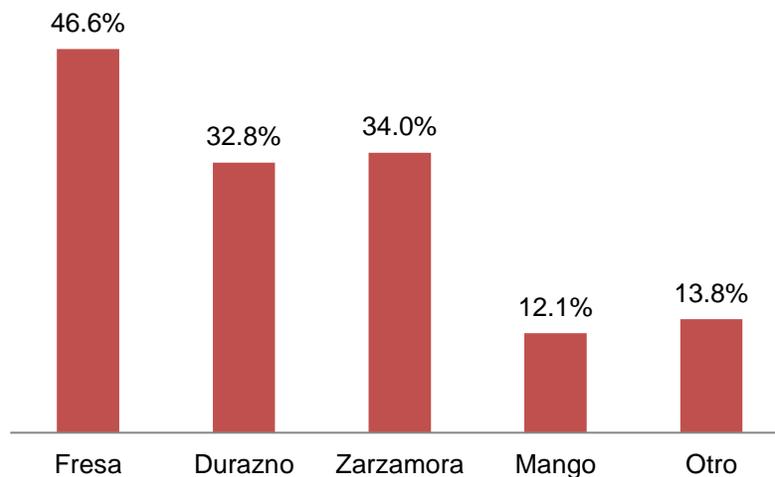


Figura 17. ¿Qué sabor de producto tipo yogurt sería de tu grado en la combinación con chocolate?

La Figura 17 definió los tres sabores que se utilizarían posteriormente en el producto fermentado tipo yogurt.

La encuesta determinó como predilectos, los sabores frutales (fresa y durazno). El sabor Bailey's, fue una propuesta que surgió al no conseguir el sabor zarzamora en el kit de concentrados de LACTIFLAVOR utilizado.

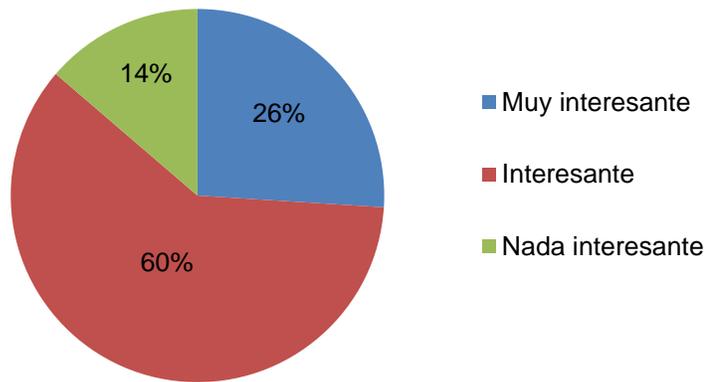


Figura 18. ¿Que opinión merece un chocolate relleno de un producto fermentado tipo yogurt saborizado?

La pregunta representada por la Figura 18, es la de mayor relevancia, puesto que es la que define si el presente proyecto se desarrollaría por ser altamente atractivo o no el producto propuesto a los consumidores.

Con un 86% de interés por la idea de un chocolate relleno de un producto fermentado tipo yogurt se reflejó el potencial del producto.

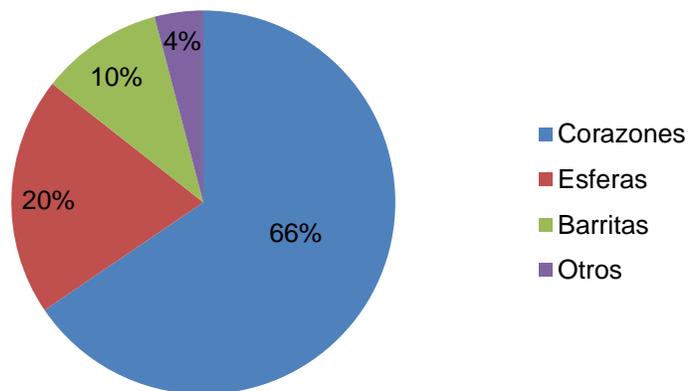


Figura 19. ¿Qué geometría sugieres para el chocolate relleno?

La imagen o presentación de un producto siempre será una clave fundamental para la adquisición del mismo.

De acuerdo con la Figura 19 la geometría más solicitada para un chocolate fue en forma de “corazón” con un 66% mostrando una amplia diferencia del resto de las geometrías.

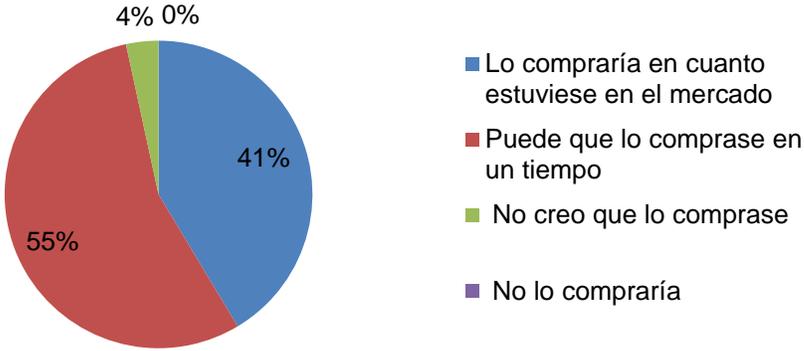


Figura 20. Partiendo de la base que el precio de este producto le pareciera aceptable, ¿Qué probabilidad hay de que lo comprase?

De acuerdo con la Figura 20, el 96% de los encuestados pondrían especial atención sobre el producto para ir al punto de venta para su adquisición, lo que fue muy favorable para este proyecto.

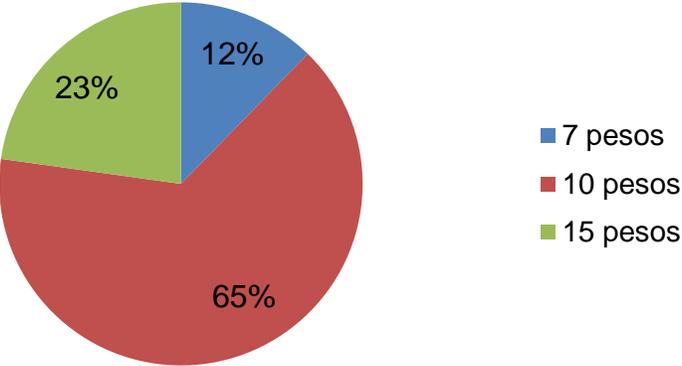


Figura 21. ¿Cuánto estaría dispuesto por a pagar por el producto?

Al ser un producto innovador y que no está presente en el mercado, el consumidor no puede comparar directamente el precio el cual estaría dispuesto a pagar. La

minoría, 12%, pagaría el precio mínimo propuesto porque el sabor de un “buen” chocolate no tiene comparación.

El estudio de mercado confirmó que un producto como el realizado en el presente proyecto, es de interés, por parte de los consumidores y su inclinación por adquirirlo a un precio accesible.

La encuesta determinó como predilectos, los sabores frutales (fresa y durazno). El sabor Bailey’s, fue una propuesta que surgió al no conseguir el sabor zarzamora en el kit de concentrados de LACTIFLAVOR utilizado.

3.2 Análisis de suero de leche

Para asegurar la calidad y contenido nutrimental de la materia prima, utilizada en la elaboración del fermentado, se le realizó un Análisis Químico Proximal (AQP) y microbiológico.

3.2.1 Análisis Químico Proximal del suero de leche como materia prima

En la Tabla 17, se muestran los resultados del Análisis Químico Proximal del suero de leche.

Tabla 17. Datos experimentales y teóricos del suero de leche.

SUERO			
Componente	Dato experimental (%)	Dato Milkoscan (%)	Bibliografía (%)
Humedad	91.67 ± 0.01	91.19	93.47
Proteína	2.95 ± 0.1	3.23	2.29 ± 0.09
Grasa	0.00 ± 0.00	0.00	0.00 ± 0.00
Carbohidratos (Lactosa)	3.9 ± 0.08	4.54	3.69 ± 0.045
Cenizas	1.01 ± 0.05	0.73	0.55 ± 0.03

Fuente: Tirado *et al.*, 2015.

En la Tabla 17 se observa que en la humedad no hay diferencia significativa entre los datos experimentales y los análisis de los componentes de la leche realizados por las técnicas tradicionales, lo cual demuestra la efectividad de los análisis del equipo

Milkoscan, y de los cuales se puede ver la conveniencia en el uso de equipos como este a nivel industrial, por la rapidez con que se obtienen los resultados. En cuanto al dato reportado por Tirado *et al.* (2015), los datos encontrados en el presente estudio son similares. En cuanto a la proteína los datos varían uno del otro en poca cantidad al igual que la lactosa, no hay una diferencia significativa, casi todos los datos entran en el rango una de la otra. La mínima variación que existe es debido a que la composición no será igual en todos los sueros, esto depende de la leche y otros factores que influyen al inicio del proceso de obtención de la materia prima, así como su manipulación, entre los cuales están el tipo de queso elaborado.

3.2.2 Análisis microbiológico del suero de leche

Se prosiguió con el análisis microbiológico, esto con el fin de asegurar la inocuidad y calidad de la materia prima, en este caso del suero de leche rehidratado. En la Tabla 18, se muestran los resultados en unidades formadoras de colonias se encontraron durante el análisis.

Tabla 18. Contenido de microorganismos presentes en el suero de leche.

Microorganismo	UFC/g o mL	NOM-243-SSA1-2010
Mesófilos aerobios	33	100,000 UFC/g o mL
<i>Staphylococcus aureus</i>	Negativo	≤100 UFC/g o mL
Cuenta de Coliformes fecales	Negativo	100 UFC/g o mL
<i>Salmonella spp</i>	Negativo	Ausente en 25g o mL
Coliformes totales	Negativo	≤20 UFC/g o mL

La Tabla 18 muestra ausencia de los indicadores microbiológicos de *Staphylococcus aureus*, Coliformes fecales, *Salmonella spp* y Coliformes totales. Mientras que para el análisis de las colonias de Mesófilos aerobios, se encontró la cantidad de 33 UFC/g o mL. De acuerdo a los límites máximos permitidos según la NOM-243, 2010 para Mesófilos aerobios, el límite máximo de UFC es de 200, 000 UFC/ g o mL, por lo que el suero de leche analizado es inocuo y de muy buena calidad, al encontrarse por debajo de los límites máximos permitidos, lo cual indica que fue obtenido y manipulado bajo las Buenas Prácticas de Manufactura.

3.3 Elaboración del fermentado tipo yogurt

Después de analizar a la materia prima y determinar su inocuidad y calidad para su correcta utilización, se prosiguió con la elaboración de la bebida fermentada a partir de suero de leche. Se realizaron diferentes formulaciones hasta llegar a la adecuada con las características texturales esperadas para ser utilizada como relleno de un chocolate.

En la selección de la fórmula correcta para la elaboración de la bebida, se llevó a cabo una estandarización de la proteína en el suero tomando como referencia únicamente el contenido de proteína contenido en una bebida fermentada comercial YAKULT (3% caseína), puesto que el suero tan solo contenía proteína del suero sin caseína.

Uno de los propósitos del presente proyecto era elaborar una bebida enriquecida con proteínas por lo que se hizo una segunda estandarización en la que se determinó aumentar hasta un 6% de proteína total en la bebida, sin pasar por alto las disposiciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, en la que menciona los límites mínimos y máximos permitidos para la adición, fortificación y enriquecimiento de alimentos y bebidas no alcohólicas, que será del 5 al 100% por porción de la ingestión diaria recomendada siempre y cuando el aporte del nutrimento en las condiciones normales o usuales de consumo, no sobrepase la ingestión diaria recomendada.

3.3.1 Análisis Químico Proximal del fermentado

La Tabla 19, contrasta los datos obtenidos de manera experimental y los datos bibliográficos de un producto fermentado a base de suero de leche.

Tabla 19. Resultados AQP experimentales de fermentado.

FERMENTADO		
	Dato experimental	Bibliografía
Humedad	85.54 ± 0.11	80.15
Proteína	6.12 ± 0.08	7.19 ± 0.09
Grasa	0.0 ± 0,00	0.10 ± 0.01
Carbohidratos	7.19 ± 0.22	10.72 ± 0.14
Cenizas	0.91 ± 0.03	1.73 ± 0.05

Fuente: Tirado *et al.*, 2015.

En la Tabla 19 puede observarse cómo todos los componentes del fermentado son distintos a los consultados en bibliografía por distintas razones como se cita a continuación. En el presente estudio únicamente se estandarizó el contenido de proteína a 6%; por su parte Tirado *et. al.*, 2015 utilizó tres diferentes concentraciones de sólidos solubles (SS), 13%, 17% y 21% derivados de la mezcla de suero dulce, leche en polvo y azúcar. Los datos presentados en a Tabla 19 corresponden a los resultados de la formulación con 13% de SS (proteína, lactosa y sales) puesto que es la concentración más cercana que se encontró con respecto a los obtenidos experimentalmente en este trabajo.

El contenido de grasa es nulo por la adición de leche en polvo descremada en ambos casos.

3.4 AQP de chocolate relleno de un fermentado tipo yogurt saborizado

A continuación en la Tabla 20 se expresan los porcentajes de los diversos componentes arrojados en el Análisis Químico Proximal que se realizó al chocolate relleno.

El contenido de proteína, grasa y carbohidratos presentes en dos productos comerciales se expresan en la Tabla 19 obtenidos de la información nutrimental reportada en las etiquetas propias del producto.

Tabla 20. Resultados AQP experimentales de chocolate relleno.

CHOCOLATE			
Componente	Dato experimental (%)	Producto comercial 1 (%)	Producto comercial 2 (%)
Humedad	2.95 ± 0.27	--	--
Proteína	18.34 ± 1.97	6.6	0
Grasa	27.26 ± 0.02	26.6	17.64
Carbohidratos	50.08 ± 1.03	50	69.41
Cenizas	1.34 ± 0.01	--	--

Producto comercial 1: Chocolate TURIN con licor Bailey's Original

Producto comercial 2: Chocolate MILKY WAY. Chocolate con leche relleno de caramelo y nougat.

La Tabla 20 no pretende hacer un fiel comparativo entre chocolates, pues el relleno de estos es completamente distinto en los tres casos, pero cotejando los valores del contenido de proteína se observa una diferencia considerable entre los productos comerciales y el dato experimental, pues el producto comercial 2 reporta la ausencia de proteína (a pesar de tener chocolate con leche) y producto comercial 1 contiene menos de la mitad del contenido presente en el chocolate desarrollado en este proyecto debido a que el relleno (fermentado) fue enriquecido (conforme a lo establecido en la NOM-086-SSA1-1994 tomando en cuenta por porción la ingestión diaria recomendada) con proteína láctea proveniente de la leche en polvo adicionada al suero de leche. Aunado a esto, la mezcla de chocolates contenía chocolate con leche conteniendo así caseína extra.

El contenido de carbohidratos en el producto comercial 2 es el más elevado por la naturaleza del relleno que es caramelo y nougat, además de los carbohidratos que se encuentran presentes en el chocolate. Con respecto al producto comercial 1 y el chocolate relleno de un producto fermentado saborizado, se destaca que contienen prácticamente la misma cantidad de carbohidratos, lo que puede deberse a que el chocolate desarrollado en este proyecto, fue elaborado a partir de una mezcla de dos chocolates en donde uno de ellos también era marca TURIN.

3.4.1 Análisis microbiológico del chocolate relleno del fermentado tipo yogurt

Algunos ejemplos de alimentos que se han ligado a enfermedad de *Salmonella* incluyen carnes, aves de corral, huevos, **leche y productos lácteos**, pescado, camarón, especias, levadura, coco, salsas, preparados para ensalada con huevos no pasteurizados, mezclas de torta, postres llenos de crema y aderezos que contengan huevo crudo, gelatina seca, mantequilla de maní, **cacao**, productos (frutas y verduras, como tomates, pimientos y melones) y **chocolate** (FDA, 2012).

De acuerdo con la normatividad y la bibliografía citada con anterioridad, los microorganismos que se presentan con más frecuencia en este tipo de productos (chocolate y fermentado) son los que se muestran en la Tabla 21 con sus respectivos resultados tras su análisis en busca de su presencia en el chocolate relleno.

Tabla 21. Contenido de microorganismos presentes en chocolate relleno de un producto fermentado tipo yogurt saborizado.

Microorganismo	UFC	Límite máximo	Referencia
Cuenta de coliformes totales	2	<10 UFC/g o mL	NOM-243-SSA1-2010
<i>Staphylococcus aureus</i>	Negativo	<100 UFC/g o mL	
<i>Salmonella spp</i>	Negativo	Ausente en 25g o mL	NOM-186-SSA1/SCFI-2013

De los tres microorganismos analizados, es bien sabido que *Staphylococcus aureus* y *Salmonella spp* pueden poner en grave riesgo la salud humana por lo que se esperaba su total ausencia (FDA, 2012).

Los brotes de *Staphylococcus aureus* a menudo se han relacionado con alimentos que requieren de mucha manipulación cuando que están siendo procesados o preparados y/o no se mantiene la temperatura adecuada en el refrigerador (5°C o menos) como son productos cárnicos, productos de aves de corral y huevo, productos de panadería tales como pasteles, bollos rellenos de crema, chocolate y leche y productos lácteos (FDA, 2012).

Los datos de la Tabla 21 confirman la ausencia de *Staphylococcus aureus* y *Salmonella spp* en el chocolate relleno con un fermentado tipo yogurt saborizado, lo cual no debe menospreciarse, pues éste producto sería llevado a consumo directo para el análisis sensorial y había que corroborar experimentalmente su ausencia.

De lo contrario, de haber dado positivo en la prueba, demostraría la falta de buenas prácticas de manufactura en el proceso y por supuesto, en caso de haber dado positivo no se habrían usado para la evaluación sensorial para no poner en riesgo a nuestros jueces, dándoles un producto contaminado.

3.5 Evaluación sensorial del chocolate relleno con un fermentado

Se evaluaron sensorialmente los chocolates elaborados con los tres diferentes sabores de relleno, para valorar el nivel de agrado que el relleno tenía entre los jueces.

Las muestras fueron evaluadas por 16 jueces semientrenados pertenecientes a la comunidad de la FESC UNAM, en su mayoría de entre 23-28 años.

En la hoja de evaluación se les pidió calificar diferentes atributos del chocolate relleno con escalas hedónicas y una prueba de ordenamiento.

La primera parte de la prueba estaba diseñada para ser, únicamente, juzgada la bebida fermentada como relleno.

Las muestras de chocolates que fueron presentadas estuvieron contenidas en el mismo recipiente y tenían la misma geometría para evitar hacer distinción alguna. De lo contrario, podría influir negativamente en la evaluación y arrojar resultados subjetivos.

Cada muestra fue codificada aleatoriamente como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Codificación asignada para las tres diferentes muestras de chocolate relleno.

1347F	2489B	3965D
Sabor Fresa	Sabor Bailey's	Sabor Durazno

3.6 Perfil sensorial

Se realizó un perfil sensorial con los atributos sensoriales sugeridos a evaluar en la muestra a través de una escala de intensidad asignada y mostrada en las Figuras 22 y 23.

El comparativo del perfil sensorial realizado a las tres muestras, se obtuvo a partir de hacer el tratamiento estadístico de los datos suministrados por los 16 panelistas con un intervalo de confianza del 95%, para el análisis de las muestras se utilizaron como base la misma lista de atributos.

En la Tabla 23 se presentan las medias y desviaciones estándar resultantes del Análisis de Varianza completamente al azar aplicado con comparación de medias por método de Tukey.

Acorde a la comparación de medias entre las tres muestras que se presenta en la Tabla 23, no existe diferencia significativa alguna, en ninguno de los rubros evaluados. Es decir, que con $\alpha=0.05$ todas las muestras son iguales en función de las características de sabor (dulce, fermentado y frutal), cremosidad, viscosidad, fluidez si hablamos únicamente del relleno y dureza, cantidad de relleno y capa de chocolate del chocolate relleno.

En la Figura 23 se muestra de manera gráfica que a pesar de no existir diferencia significativa, estadísticamente hablando, se pueden observar la disparidad sobre todo en el atributo de sabor dulce y sabor frutal.

Del mismo modo, en el análisis de aceptabilidad global visto en la Tabla 23 en el apartado de Aceptación y Ordenamiento, resalta la preferencia por el chocolate relleno sabor fresa a pesar de la ausencia de diferencia significativa con las dos muestras restantes.

Tabla 23. Análisis estadístico de medias entre muestras.

Atributo	Muestras		
	1347F	2489B	3965D
RELLENO			
Dulce	4.15 ± 0.88 ^a	3.53 ± 0.56 ^a	3.55 ± 1.30 ^a
Frutal	3.81 ± 0.75 ^a	3.04 ± 1.09 ^a	3.45 ± 1.20 ^a
Fermentado	4.00 ± 0.83 ^a	3.89 ± 1.02 ^a	3.86 ± 0.86 ^a
Cremosidad	3.96 ± 0.77 ^a	3.94 ± 0.91 ^a	3.74 ± 1.11 ^a
Fluidez	3.67 ± 0.84 ^a	3.56 ± 0.73 ^a	3.48 ± 0.91 ^a
Viscosidad	3.94 ± 0.70 ^a	3.68 ± 0.85 ^a	3.84 ± 0.62 ^a
CHOCOLATE			
Dureza	4.41 ± 0.61 ^a	3.93 ± 0.92 ^a	4.13 ± 0.77 ^a
Cantidad de relleno	2.51 ± 0.90 ^a	2.06 ± 0.92 ^a	2.55 ± 1.06 ^a
Capa	3.30 ± 0.71 ^a	3.38 ± 0.80 ^a	3.05 ± 0.57 ^a
Aceptación	4.18 ± 0.77 ^a	3.72 ± 0.96 ^a	3.94 ± 0.98 ^a
Ordenamiento	1.87 ± 0.88 ^a	1.93 ± 0.68 ^a	2.18 ± 0.91 ^a

^a: Diferencia significativa mayor a 0.05 como intervalo de confianza.

Lo anterior puede observarse también en la Figura 22 que se presenta más adelante.

A continuación se desglosará de manera gráfica la información que arrojó cada pregunta de la hoja de evaluación mostrada en la sección 2.10.1 para cada atributo.

Es importante recordar que la prueba se dividió en dos partes, donde la primera se refería al producto fermentado tipo yogurt y la segunda al producto en su conjunto.

En general, las características sensoriales y atributos evaluados en un producto de chocolate son las citadas en la Tabla 24.

Para un chocolate relleno de acuerdo con Zamora, 2007, los atributos más relevantes que se deben considerar son la dureza de la cobertura, el sabor de la

combinación cobertura-relleno y el aspecto interno traducido en el grosor de la cobertura.

Los resultados de los atributos se presentan la Figura 22, cabe hacerse notar que se emplearon los mismos parámetros que los recomendados por Zamora, 2007.

Tabla 24. Características organolépticas y atributos usados en la evaluación de la calidad sensorial de chocolates macizos.

Tipo de chocolate	Característica sensorial	Atributos
Chocolates macizos	Aspecto	Forma del molde, integridad y uniformidad. Superficie, brillo, color.
	Olor	Tipicidad del aroma.
	Textura	Fragilidad y dureza, derretimiento en la boca (velocidad, cremosidad, percepción de grasa), suavidad, fundición al tacto.
	Sabor	Tipicidad del sabor, dulzor, amargor.
Chocolates rellenos	Aspecto externo	Forma y superficie. (Integridad y uniformidad). Brillo y color.
	Aspecto interno	Grosor de la cobertura. Apariencia del relleno.
Chocolates rellenos	Olor	Tipicidad (calidad, intensidad, combinación cobertura-relleno).
	Textura	Dureza. Suavidad, derretimiento y adhesividad de la cobertura. Crujido y fragilidad o suavidad, gomosidad y elasticidad del centro.
	Sabor	Tipicidad (calidad, intensidad, combinación cobertura-relleno).

Continuación **Tabla 24.**

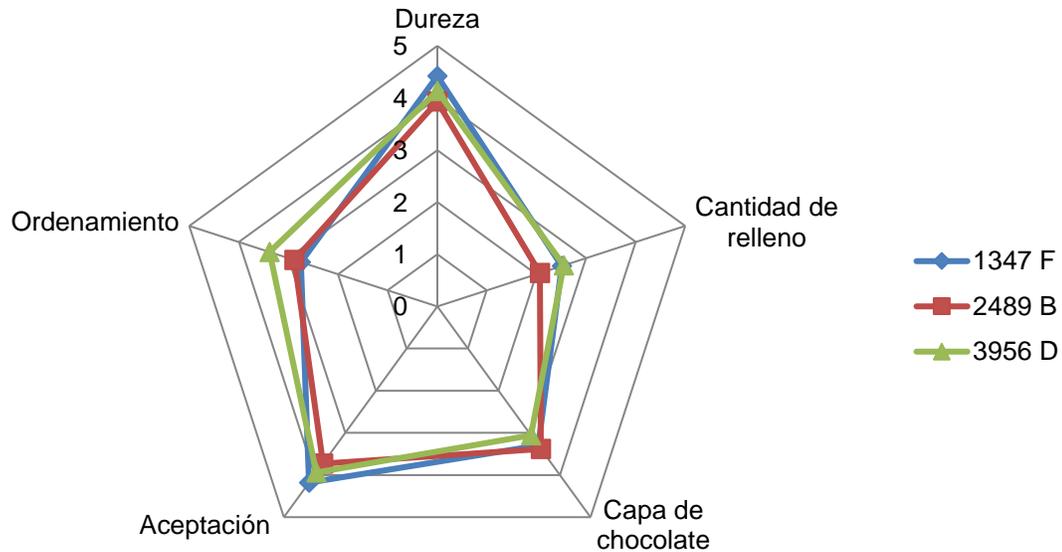
Figuras bañadas	Aspecto externo	Forma y superficie. (Integridad y uniformidad). Brillo y color.
	Aspecto interno	Grosor de la cobertura. Apariencia del centro.
	Olor	Tipicidad (calidad, intensidad, combinación cobertura-relleno).
	Textura	Dureza. Suavidad, derretimiento y adhesividad de la cobertura. Crujido y fragilidad o suavidad, gomosidad y elasticidad del centro.
	Sabor	Tipicidad (calidad, intensidad, combinación cobertura-relleno).

Fuente: Zamora, 2007.

En la Figura 22 se muestra la calificación que cada atributo del chocolate relleno obtuvo. Se observa que el sabor fresa tuvo mejor aceptación y la dureza del chocolate relleno sabor fresa les pareció adecuada a los panelistas a comparación de los otros chocolates.

Tomando en cuenta que todos los chocolates fueron elaborados siguiendo la misma metodología, esta diferencia en la dureza de los chocolates de fresa, puede atribuirse a la cantidad de chocolate en estos y señala hacia la necesidad de una dosificación estandarizada del chocolate, lo que está ligado con la capa de chocolate, pues pareció ser más gruesa la capa de chocolate del sabor fresa y Bailey's que la de durazno.

La cantidad de relleno, en general, fue evaluada como insuficiente en los tres casos, traduciéndose como un resultado positivo por el interés de parte del consumidor de que el chocolate tuviese una cantidad mayor de relleno.



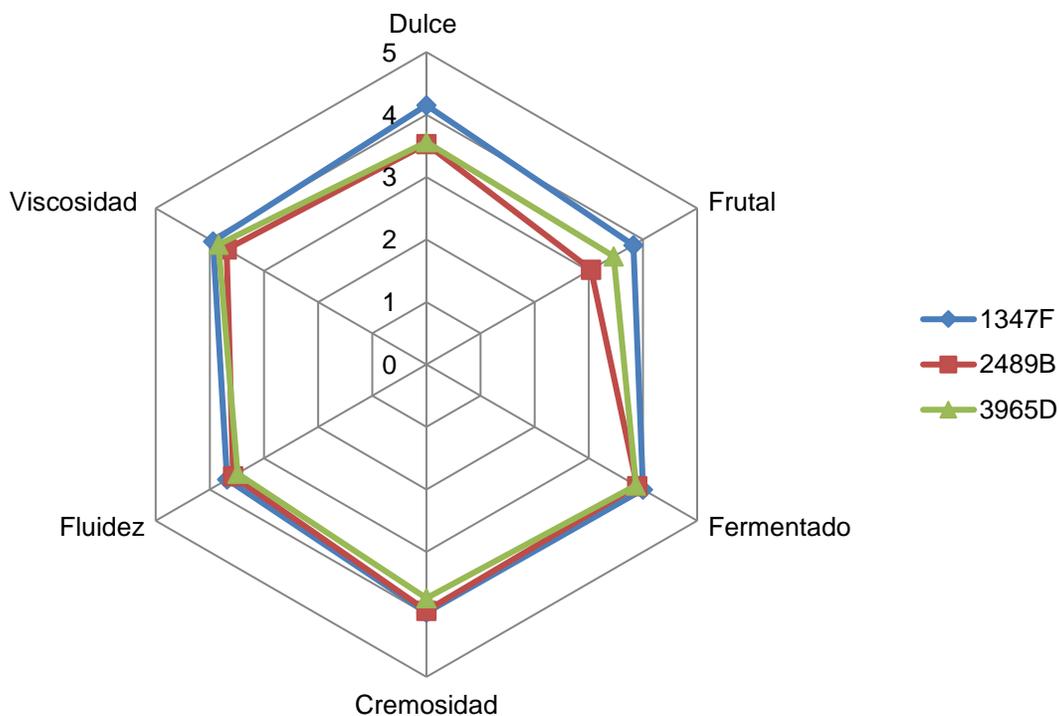
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho

Figura 22. Aceptación del producto

Por otra parte la cantidad de relleno de fresa y durazno es suficiente a comparación con la de Bailey's.

En la Figura 23 son más notorias las diferencias percibidas por los jueces de los atributos de cada uno de los sabores del relleno.

La Figura 23 manifiesta los atributos que se consideraron en la prueba sensorial referente al producto fermentado tipo yogurt.



1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho

Figura 23. Atributos evaluados en el relleno.

La Figura 23 refuerza la idea de que el sabor Fresa fue el que obtuvo mayor puntaje en la escala en atributos de interés como dulzor y sabor frutal.

Al haber ocupado saborizantes en lugar de fruta natural, el sabor de fresa era muy intenso, por lo que se complementa con el azúcar añadido, dando una sensación de mayor dulzor a pesar de que la cantidad de edulcorante empleado en la formulación fue la misma en los tres sabores.

La razón por la que la viscosidad fue calificada como inferior en la muestra 2489 B con respecto a las dos muestras restantes, se explica por la adición del alcohol y la cantidad agregada del mismo ya que en la formulación se empleó la bebida

alcohólica Bailey's y el volumen adicionado de este, diluyó la muestra, afectando la viscosidad de la bebida.

La cantidad de saborizante de Fresa y Durazno que se añadía al producto fermentado fue adicionado acorde a las recomendaciones del productor, resultando sabores muy definidos. De manera opuesta, la porción del Bailey's incorporada fue superior puesto que no era un concentrado.

El sabor a fermentado es el que presenta menor variación en cuanto a la percepción del juez. La similitud radica en que los tres sabores son originarios del mismo lote de producto fermentado.

La similitud que se observa en los atributos de sabor a fermentado y viscosidad son hasta cierto punto obvio y objetivos, pues los rellenos con sabor, son originarios del mismo lote. De haber alguna diferencia significativa, el análisis perdería credibilidad.

El sabor fresa fue el más fácil de detectar, ya que era el más intenso e inconfundible.

Del modo contrario, el sabor Bailey's tiene la calificación más baja de la escala al no haber encontrado, por no ser de interés en el presente estudio, la mejor concentración.

CONCLUSIONES

El estudio de mercado confirmó que un producto como el realizado en el presente proyecto, es de interés por parte de los consumidores y su inclinación por adquirirlo a un precio accesible.

La encuesta determinó como predilecto a los sabores frutales (fresa y durazno), para un chocolate relleno.

Los análisis químico proximales y microbiológicos realizados a la materia prima fueron de relevancia con el fin de tomarse como pruebas de aceptación o rechazo en la calidad de esta y llevar a cabo adecuadamente el proceso de elaboración para obtener desde primera instancia un producto final de calidad.

Los resultados de los análisis microbiológicos evaluados al producto terminando demuestran su inocuidad, resultado de la aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura durante el proceso.

El porcentaje de proteína (6%) se fijó en el suero fermentado tomando como base un producto comercial fermentado por medio de una estandarización. Dicha cantidad fue constante en todo el proceso.

La cepa elegida (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) por medio de una investigación realizada previamente a la elaboración de la bebida fue la indicada para cumplir con las características que se esperaban, como la textura, olor y sabor.

Se logró la elaboración de un producto fermentado de suero de leche con aceptación con los consumidores.

Para la elaboración del chocolate relleno fueron utilizados dos tipos de chocolate (chocolate con leche y chocolate semi-amargo) las cuales se mezclaron con una relación de 75-25%.

No existió diferencia significativa alguna entre las tres muestras de chocolate relleno de la bebida fermentada saborizada (fresa, durazno y Bailey's) en función de las características de sabor (dulce, fermentado y frutal), cremosidad, viscosidad, fluidez, dureza, cantidad de relleno y capa de chocolate.

Del mismo modo, en el análisis de aceptabilidad global resaltó la preferencia por el chocolate relleno sabor fresa a pesar de la ausencia de diferencia significativa con las dos muestras restantes.

El contenido de proteína presente en la bebida podría ser modificada, aumentándola o disminuyéndola dependiendo de lo que el ingeniero en alimentos desee añadir teniendo en cuenta que los límites mínimos y máximos permitidos para la adición, fortificación y enriquecimiento de alimentos y bebidas no alcohólicas será del 5 al 100% por porción de la ingestión diaria recomendada, siempre y cuando el aporte del nutrimento en las condiciones normales o usuales de consumo, no sobrepase la ingestión diaria recomendada. La ingestión diaria recomendada establecida por el Instituto Nacional de la Nutrición y Ciencias Médicas "Salvador Zubirán" es de 75g/ porción.

RECOMENDACIONES

Elaborar diferentes tipos de relleno para ampliar la oferta de estos que pueden presentarse ante consumidores.

Elaborar chocolates con relleno sin azúcar y/o bajos en calorías para cumplir las exigencias actuales ante la problemática de la obesidad en México.

BIBLIOGRAFÍA

1. Afoakwa, E., 2010. *Chocolate Science and Technology* [en línea]. Singapur: Wiley-Blackwell, disponible en: shareill.org/freebooks/download/asin=1405199067&type=ful. [5 marzo de 2017].
2. Aguilar, M., S.R. Filio, 2014. *Efecto del concentrado de lactosuero, en el desarrollo de un yogurt batido, parcialmente deslactosado y bajo en calorías* [en línea]. Tesis de Licenciatura de Ingeniería en Alimentos. México, Universidad Nacional Autónoma de México- Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, disponible en: http://oreon.dgbiblio.unam.mx/F/Q22AQNfQYFVCVUYJN2CVDCNIS94VLD31YBDN29UE62B1KIFT84-45137?func=full-set-set&set_number=017686&set_entry=000001&format=040. [5 octubre 2016].
3. Amiot, J., 1991. *Ciencia y tecnología de la leche. Principios y aplicaciones*. Zaragoza: Acribia.
4. Anzaldúa-Morales, A., 1994. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza: Acribia.
5. Balagtas, J.V., Hutchinson, F.M., Krochta, T.M., Sumner, D.A., 2003. "Effects on new uses for whey and evaluating returns to research and development". *Journal of Dairy Science* [en línea] Vol. 86 No. 5. Disponible en: <http://www.agribusiness.purdue.edu/files/resources/r-12-2003-balagtas-hutchinson-krochta-sumner.pdf> [14 marzo de 2017].
6. Beckett, S., traducido por Mariano G., 1994. *Fabricación y utilización industrial del chocolate*. Zaragoza: Acribia.
7. Bello, J., L. Bernardino; E. González, 2005. "Productos lácteos". *Revista Digital Universitaria*, [en línea], Volumen 6, No. 9, disponible en: www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art89/int.89.htm [02 febrero de 2018].

8. Caballero, F., Hernández, C., Avendaño, C., 2014. “La fermentación y el secado al sol de granos de cacao”. *Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias* [en línea] Folleto técnico No. 31, 2014, Centro de investigación Regional Pacífico Sur Campo Experimental Rosario Izapa. México, disponible en: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/handle/123456789/4312> [10 enero de 2018].
9. Callejas, J., Prieto, F., Reyes, V., *et al.*, 2012. “Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo”. *Acta Universitaria* [en línea] Vol. 22 No. 1 enero-febrero 2012, Universidad de Guanajuato, disponible en: <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/viewFile/304/282> [13 marzo de 2017].
10. Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2011. *El libro blanco de la leche y los productos lácteos*. [En línea] Vol. 1. México, disponible en: http://www.canilec.org.mx/descarga_archivos_publico/Libro_Blanco_mail.pdf [05 de febrero 2018].
11. Chandan, R. C., 2011. *Dairy Ingredients for Food Processing: An Overview, in Dairy Ingredients for Food Processing* (eds R. C. Chandan and A. Kilara), Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
12. Churayra, L. 2012. Efecto de la adición de proteína concentrada de quinua (*chenopodium quinoa willd*) en las propiedades fisicoquímicas y vida útil del yogurt [en línea]. Tesis de Ingeniería Agroindustrial. Perú, Univerisdad Nacional del Altiplano Puno- Facultad de ciencias Agrarias, disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3396/Churayra%20_Flor es_Lenin.pdf?sequence=1&isAllowed=y
13. Comisión del Codex Alimentarius, 2003. *Norma del CODEX para el chocolate*. CODEX STAN-87-1981 (Rev. 1-2003).
14. Comisión del Codex Alimentarius, 2010. *Norma del CODEX para leches fermentadas*. CODEX STAN-243-2003. Adoptado 2003. (Rev. 1-2010).

15. Food and Drug Administration, 2012. *Bad Bug Book, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins*. [Pathogenic Bacteria Gram-negative bacteria, Salmonella spp, Gram-positive bacteria, Staphylococcus aureus, pp. 79, 87]. Second edition [on line] United States, Food and Drug Administration, available in: <https://www.fda.gov/downloads/food/foodsafety/foodborneillness/foodborneillnessfoodbornepathogensnaturalttoxins/badbugbook/ucm297627.pdf>. [14 abril de 2017].
16. Gadgets & cuina, 2014. "*Fundir y templar chocolate*" en *Blog de Gadgets&cuina*. [En línea]. España, disponible en: <http://blog.gadgetsacuina.com/es/blogs/fundir-y-atemperar-chocolate-23/>. [20 noviembre 2016].
17. Gil, A. 2010. *Tratado de nutrición, composición y calidad nutritiva de los alimentos*. 2da ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
18. González, Y., Pérez, E., Palomino, C., 2012. "Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate". *Revista Nutrición* [en línea] Vol. 13 No. 4 diciembre 2012 disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/236606348>. [29 marzo de 2017].
19. Hernández, M., Vélez, J.F., 2014. "Suero de leche y su aplicación en la elaboración de alimentos funcionales". *Temas Selectos de Ingeniería en Alimentos* [en línea] Vol 8 No. 2. 2014, Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas Puebla, disponible en: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2015/05/TSIA-82-Hernandez-Rojas-et-al-2014.pdf>. [6 septiembre de 2016].
20. Intermediate Technology Development Group (ITDG- Perú), 1998. *Procesamiento de lácteos. Libro de consulta sobre tecnologías aplicadas al ciclo alimentario* [en línea]. Perú: ITDG, disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=DoSYbPzQVSkC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false> [07 febrero 2018].

21. Juárez-Barrientos, J., Rodríguez-Miranda, J., Martínez-Sánchez, C., Hernández-Santos, B., Paz-Gamboa, E., Gómez-Aldapa, C., Díaz-Rivera, P., Herman-Lara, E., 2015. "Evaluación y clasificación de calidad de leches comerciales consumidas en Tuxtepec, Oaxaca, México". *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, [en línea], Volumen 2, No. 6, pp.327-337, disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358640694008> [2 febrero 2018].
22. Keating, P., H. Gaona, 1999. *Introducción a la lactología*. 2da. Ed. México: Limusa Noriega Editores.
23. Kirk, R., Sawyer, R., 1991. *Person's Composition and Analysis of Food*. 9 ed. Singapore: Longman Scientific & Technical.
24. Lactomerce, 2013. *Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophilus*. [Página web], Estados Unidos, disponible en: <http://www.lactocommerce.com/lactobacillus-bulgaricus-strptococcus-thermophilus.php>. [5 de septiembre 2016].
25. Londoño, M.M., Sepúlveda, J.U., Hernández, A., Parra, J.E., 2008. "Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*". *Revista Facultad Nacional de Agronomía* [en línea] Vol. 61 No. 1, disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a17v61n1.pdf>. [30 agosto 2016].
26. Miranda, O., Fonseca, P., Ponce, I., Cedeño, C., Sam Rivero, L. y Vázquez, L., 2014. "Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de leche que incorpora *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*". *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición* [en línea] Vol. 24, No. 1, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Cuba, disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2014/can141b.pdf> [10 abril de 2017].
27. NESTLÉ, 2017. *Fabricación del chocolate*. [Página web], España, disponible en: <https://www.chocolatesnestle.es/fabricacion-curiosidades/fabricacion-chocolate>. [26 de febrero de 2017].

28. Norma Mexicana 2013. *Alimentos-Determinación de Cenizas en Alimentos-Método de prueba*, NMX-F-607-NORMEX-2013, Diario Oficial de la Federación. México.
29. Norma Oficial Mexicana 1994. *Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales*, NOM-086-SSA1-1994, Diario Oficial de la Federación. México.
30. Norma Oficial Mexicana 2010. *Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba*, NOM-243-SSA1-2010, Diario Oficial de la Federación. México.
31. Norma Oficial Mexicana 2012. *Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*, NOM-155-SCFI-2012DOF, Diario Oficial de la Federación. México.
32. Norma Oficial Mexicana 2013. *Cacao, chocolate y productos similares, y derivados del cacao. Especificaciones sanitarias. Denominación comercial. Métodos de prueba*, NOM-186-SSA1/SCFI-2013, Diario Oficial de la Federación. México.
33. Paredes, P. et al., 2014. "Características fisicoquímicas y microbiológicas de suero de queso Chihuahua". *Revista Investigación y Ciencia* [en línea] Vol. 22 No. 62 mayo-agosto 2014, Universidad Autónoma de Aguascalientes, disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67432507002>. [4 marzo 2017].
34. Parzanese, M., 2014. "Tecnologías para la industria Alimentaria. Procesamiento del lactosuero". *Revista Alimentos Argentinos*. [en línea], No. 13, disponible en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_13_Lactosuero.pdf
35. Pazmiño, A. L., 2015. *Estudio de factibilidad para la producción y exportación de chocolates rellenos con dulce de níspero hacia Europa* [en línea]. Tesis de Licenciatura de Ingeniería en Negocios Internacionales. Quito. Universidad

- Internacional del Ecuador- Facultad de Ciencias Administrativas, disponible en: <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/761/1/T-UIDE-0696.pdf>. [14 abril de 2017].
36. Pérez, G., 2006. *Mejora en el proceso de temperado del chocolate en una industria chocolatera ecuatoriana* [en línea]. Tesis de Grado de Ingeniería en Alimentos. Ecuador, Escuela Superior Politécnica del Litoral- Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4401/1/6921.pdf>. [31 enero 2018].
37. Poveda, E., 2013. “Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad”. *Revista Chilena de Nutrición* [en línea] Vol. 40 No. 4 diciembre 2013, Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología, disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/469/46929416011.pdf>. [15 marzo de 2017].
38. Procuraduría Federal del Consumidor Revista del Consumidor, 2000. Calidad de los quesos [en línea], Revista del consumidor, No. 278, disponible en: http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_00/quesos.pdf. [26 de febrero de 2017].
39. Recinos, L., Saz, O., 2006. *Caracterización del suero lácteo y diagnóstico de alternativas de sus usos potenciales en El Salvador* [en línea]. Tesis de Licenciatura de Ingeniería Química. Universidad de El Salvador – Facultad de Ingeniería y Arquitectura, disponible en: http://ri.ues.edu.sv/2102/1/Caracterizaci%C3%B3n_del_suero_l%C3%A1cteo_y_diagn%C3%B3stico_de_alternativas_de_sus_usos_potenciales_en_El_Salvador.pdf. [15 marzo de 2017].
40. Revilla, A., 1982. *Tecnología de la leche: procesamiento, manufactura y análisis*. 2da ed. [en línea]. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A8693e/A8693e.pdf>. [25 febrero 2017].
41. Rincón, J. y M. Herrera, 2013. “Chocolate”, Ciencia e Investigación [en línea], Tomo 63, No. 2, Universidad de San Martín, Instituto de Investigación e

Ingeniería Ambiental, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, disponible en: https://www.researchgate.net/publication/256657226_Chocolate. [25 enero 2018].

42. Sancho, J. Bota, E. y J. De Castro, 1999. *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*, [en línea]. Barcelona: Editions Universitat de Barcelona, disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=cw1_dn02l8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. [17 abril 2017].
43. Schaller, A, 2009. "Sueros de lechería". *Revista Alimentos Argentinos*. [en línea], No. 44, disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=135>
44. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Agriculture and Food Policy Center (AFPC), Food and Agriculture Policy Research Institute (FAPRI). *Escenario Base 09-18. Proyecciones para el Sector Agropecuario de México*, [en línea], disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Escenariobase09.pdf>. [9 de marzo de 2017].
45. Secretaría de Economía, Dirección General de Industrias Básicas, 2012. *Análisis del sector lácteo en México*. [en línea], disponible en: http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf [9 marzo de 2017].
46. Secretaría de Salud, 2010. *Guía de Alimentos para la Población Mexicana* [en línea], disponible en: www.imss.gob.mx/sites/all/statics/salud/guia-alimentos.pdf. [30 abril de 2017].
47. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2016. *Boletín de Leche Octubre- Diciembre 2016* [en línea], disponible en: <http://www.gob.mx/siap/documentos/boletin-de-leche?state=draft>. [10 de marzo de 2017].

48. Superintendencia de Industria y Comercio, 2013. *Boletín tecnológico. Lácteos. Uso del suero de leche en alimentos y sus sustitutos*. Pontificia Universidad Javeriana, disponible en: http://www.ibepi.org/wp-content/uploads/2014/12/Boletin_suero.pdf.
49. Tirado, A., Granados, C., Acevedo, C. y Marulanda M., 2015. “Elaboración de una bebida láctea a base de lactosuero fermentado usando *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* y *Lactobacillus casei ssp. Casei*”, @limentech, *Ciencia y Tecnología* [en línea], Volumen 13, No. 1, Universidad de Pamplona, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, disponible en: revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/issue/.../95/52. [10 de febrero de 2017].
50. Torres M, 2012. *Influencia de las características y procesado del grano de cacao en la composición físico-química y propiedades sensoriales del chocolate negro* [en línea]. Tesis Doctoral. Departamento de Biotecnología. España, Universitat Rovira i Virgili, disponible en: http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/80743/Tesi_%20MTM_2012.pdf?sequence=1 [10 enero de 2018].
51. Valenzuela, A., 2007. “El chocolate, un placer saludable”. *Revista Chilena de Nutrición* [en línea], Vol. 34, No.3, disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000300001. [25 febrero de 2017].
52. Walstra P., Wouters J. y T. Geurts, 2006. *Dairy Science and Technology*. Second edition [on line] United States: Taylor and Francis Group. Available in: [http://197.14.51.10:81/pmb/AGROALIMENTAIRE/Lait%20et%20derives/Dairy%20Science%20and%20Technology%20\(CRC%202005\).pdf](http://197.14.51.10:81/pmb/AGROALIMENTAIRE/Lait%20et%20derives/Dairy%20Science%20and%20Technology%20(CRC%202005).pdf). [5 febrero 2017].
53. Zamora, E., 2007. *Evaluación objetiva de la calidad sensorial de alimentos procesados* [en línea]. La Habana: Universitaria, disponible en: <http://ingenieriaenalimentos-usac.blogspot.mx/2015/09/evaluacion-objetiva-de-la-calidad.html>. [23 de abril de 2017].