



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**Elaboración de una Base de Helado  
Reducida en Azúcares**

**T E S I S**

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

**P R E S E N T A N :**

**NORIEGA VARGAS ANA GABRIELA  
ONTIVEROS MARTINEZ MIGUEL ANGEL**

**ASESORA:**

**DRA. SARA ESTHER VALDÉS MARTÍNEZ**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARIA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
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 una Base de Helado Reducida en Azúcares.

Que presenta la pasante: Ana Gabriela Noriega Vargas

Con número de cuenta: 413112435 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 27 de Noviembre de 2018.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Sara Esther Valdés Martínez	
VOCAL	I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal	
SECRETARIO	M. en C. María Guadalupe Amaya León	
1er. SUPLENTE	M. en C. Ana María Soto Bautista	
2do. SUPLENTE	I.A. Alberto Solís Díaz	

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

LMCF/cga\*



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**ASUNTO: VOTO APROBATORIO**

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
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 una Base de Helado Reducida en Azúcares.**

Que presenta el pasante: **Miguel Angel Ontiveros Martínez**  
Con número de cuenta: **413055170** 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 27 de Noviembre de 2018.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	Dra. Sara Esther Valdés Martínez	
<b>VOCAL</b>	I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal	
<b>SECRETARIO</b>	M. en C. María Guadalupe Amaya León	
<b>1er. SUPLENTE</b>	M. en C. Ana María Soto Bautista	
<b>2do. SUPLENTE</b>	I.A. Alberto Solís Díaz	

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

LMCF/cga\*

## DEDICATORIAS

---

- ANA GABRIELA NORIEGA VARGAS -

### **A MIS PADRES, María Trinidad Vargas Castillo y Genaro Noriega Hernández**

Mamá y Papá, antes que nada tengo que darles las gracias por traerme al mundo, cuidarme y tratar de hacerme una persona de bien, por siempre estar a mi lado en todo momento, desde las alegrías que vivimos día a día así como en aquellos momentos de tristeza en los cuales no tenía fe en mi misma. Gracias por ayudarme, animarme y empujarme a la felicidad que he logrado obtener. Gracias por lo que me enseñaron y por el amor que me inculcaron, por hacerme comprender que el amor verdadero es aquel que se entrega con el alma y corazón sin esperar nada a cambio, todas mis metas y logros las dedico a ustedes porque sin su apoyo y comprensión nada de esto se vería reflejado.

Gracias mamá por estar este día a mi lado, por brindarme ese abrazo cálido y esas palabras de aliento siempre que me ves nerviosa y que sabes me tranquilizan. Papá no sabes cuánto me gustaría que estuvieses aquí conmigo, te extraño y tengo ganas de un abrazo tuyo, de esos que me quitan hasta el mal humor y me llenan de fuerzas para seguir adelante; sé que físicamente ya no te encuentras aquí, pero como algún día me dijiste, “siempre que me busques, que pienses en mí, ten por seguro que estaré junto a ti”, así que en este día tan especial pienso en ti y en mamá, en los grandes padres que tengo y que Dios me concedió, en la dicha que poseo al tenerlos a ustedes como ejemplo; sólo me queda decir que nunca podre recompensar todo lo que con esfuerzo y sacrificio me dieron, y aunque sé que muy pocas veces lo digo, gracias por ser mis padres, por ser el motor que me impulsa a ser mejor cada día, gracias por la vida y por todo lo enseñado, los amo.

### **A MIS HERMANOS**

#### **José Marcelino, Juan Carlos y Daniel Noriega Vargas**

Nunca me ha resultado fácil escribir mensajes o frases para describir cuánto los quiero. Recuerdo cada historia que vivimos juntos cuando éramos jóvenes, cada una de ellas como bendiciones, lecciones y experiencias; cuento cada una de ellas como si fueran los momentos más felices de mi vida, y es que en este mundo habré conocido cientos, quizá miles de personas, y ninguna jamás quiso a nadie como lo hacen ustedes conmigo. Al paso del tiempo eh comprendido que los hermanos son aquellos seres que la vida nos da, para conocer, no solo lo que es la verdadera amistad, sino los lazos de cariño que unen a una familia, aquellos que si se crean y se cuidan día a día ocasionan una unión inimaginable, la cual a pesar de las tristezas, enojos entre nosotros y de los retos de la vida, sé que siempre estaremos unidos.

Comprendí que solo los verdaderos hermanos pueden verte a la cara, observar una gran sonrisa y saber que estás triste, son esos superhéroes que conocemos en el seno de la familia, son los mejores confidentes porque solo ellos han sido criados de igual manera que tú. Solo debo decir algo más, gracias por ser esas personitas, que a pesar de saber que dolerá, prefieren darme un regaño y un consejo con tal de verme bien, gracias por ayudarme a recordar de donde provengo y hacia dónde voy.

De la misma forma, agradezco a **Selina López Arredondo** por apoyarme, recuerdo bien aquel momento en que me ayudó, aconsejó y llevó a decidir cuál carrera me gustaba, a que me quería dedicar en la vida y como, a pesar de que me decían que sería difícil, ella siempre me dijo que tomara el camino que me hiciera feliz; por ser mi cómplice en locuras y por apoyarme en todo momento, inclusive en aquellos en lo que me rendía, por siempre tener fe en que saldría adelante y por esos consejos que me ayudaron a crecer profesional y personalmente.

Además de ella, agradezco a **Sandra Peña Hernández y Erika Ramírez Saucedo**; las cuales, a pesar de no tener la misma relación, agradezco que me brindasen sus consejos y experiencias de vida; sin el apoyo de todas estas personas tan especiales, no sería posible que estuviera presente la persona en la que hoy me he convertido.

No olviden que, “Cuando aprecias a una persona, no importa con que frecuencia la veas. Lo que en verdad importa, son las veces que le haces saber, que es especial para ti”.

## **DRA. SARA VALDÉS E I. A. ANGELES RUIZ**

### *Maestra*

Educar es lo mismo  
que poner un motor en una barca  
hay que medir, pesar, equilibrar...  
y poner todo en marcha.

Pero para eso,  
uno tiene que llevar en el alma,  
un poco de marino, un poco de pirata,  
un poco de poeta  
y un kilo y medio de paciencia concentrada.

Pero es consolador soñar mientras uno trabaja  
que esa barca, que ese niño,  
irá muy lejos por el agua.

Soñar que ese navío  
llevará nuestra carga de palabras  
hacia pueblos distantes, hacia islas lejanas.

Espero que con este poema que les dedico del autor Gabriel Celaya pueda yo transmitir el agradecimiento y admiración que tengo hacía ustedes. Sólo me queda agradecer, por todos y cada uno de sus consejos, todas esas enseñanzas y por haberme brindado su amistad, su confianza y sobre todo, por la gran paciencia que tienen y procuran para compartir sus conocimientos.

## **AMIGOS Y AMIGAS**

Es hermoso saber que tengo a grandes personas a mi lado, porque contar con su amistad es como tener un gran salvavidas en el enorme océano que llamamos vida, son ustedes las personas con las que no es necesario intercambiar palabras o textos, solo con mirarte saben lo que pasa por tu mente y lo que te atormenta, porque la amistad verdadera consiste en cuidarnos unos a otros y disfrutar juntos, estando ahí en aquellos momentos de felicidad y también aquellos en donde solo se necesita un abrazo y un hombro para llorar. Todos los años que hemos compartido juntos me han demostrado que son de las personas más especiales en mi vida, alguien que me quiere de manera incondicional. Gracias por darme la oportunidad de quedarme en tu vida, gracias por hablar con la verdad, aun cuando sabes que la respuesta que puedas ofrecerme no sea de mi agrado, gracias a todo ello comprendí que la verdadera amistad ayuda a superar obstáculos en la vida y tú mi amiga y amigo mío, cumples con creces estos preceptos.

## **MIGUEL ANGEL ONTIVEROS**

En medio de los diferentes momentos que viví en el desarrollo y construcción de esta tesis, me di cuenta e identifiqué a varias personas que permanecían cerca de mí, personas que llegaban sin algún motivo aparente, entablaban una relación conmigo; hoy día aún se encuentran cerca de mí, y día a día construimos lo que sabemos será una grande y sincera amistad, una de esas personitas eres tú, mi amigo y compañero de tesis.

Pues así como aún se construye la amistad, durante la realización de esta tesis siempre estuve apoyándome y guiándome con ejemplos en el proceso, cada día dándome ánimos y no dejándome caer en aquellos momentos en los que todo parecía no servir de nada. Por todos aquellos conocimientos y momentos de risas, enojos, tristezas y alegrías juntos, hoy dedico esta tesis a ese esfuerzo de ambos, y agradezco a Dios por permitirme encontrar una verdadera gran amistad para mi vida.

## DEDICATORIAS

---

- MIGUEL ANGELO ONTIVEROS MARTÍNEZ -

Este trabajo está dedicado a las personas que forman parte de mi vida y que son importantes para mí, así como a todos aquellos que con su ayuda y apoyo han impulsado y motivado mi ser, hasta poder concluir con esta etapa en mi vida, la cual implica, no solo la conclusión de un ciclo, sino también el comienzo de otro.

Antes que nada quisiera agradecer a Dios y a la vida misma por permitirme estar en este momento y en este lugar. No puedo decir que haya sido fácil, y aunque en momentos titubeaba sobre alcanzar la meta, ahora estoy muy agradecido de vivir este momento y de tener a todas aquellas personas que aprecio de todo corazón, así como tantas experiencias obtenidas a lo largo de este camino.

**Dios**, te estaré eternamente agradecido por guiarme y llevarme hasta el final de este duro camino, y sobre todo por conducirme hacia adelante en los momentos que más te necesitaba, si no fuera por el consuelo que encontré en tantas personas que pusiste en mi camino, no estoy seguro si habría llegado hasta este punto o si sería la persona que soy en este momento. “Porque yo sé los planes que tengo para ustedes; planes de bienestar y no de calamidad, un porvenir y futuro lleno de esperanza” (Jeremías 29:11).

**A mi padre, Antonio Ontiveros Siu**, como el pilar de mi vida, te estoy infinitamente agradecido, ya que has sido mi modelo a seguir, mi apoyo, mi confidente y sobre todo mi guía para seguir el camino correcto; eres la persona que ha visto por mí y se ha encargado de cubrir mis necesidades, no solo económicas, sino también de afecto, inculcaste en mi valores y me motivaste a tener anhelos y metas propias, la persona que soy hoy día es gracias a ti; personalmente sé que no ha sido fácil, y que has enfrentado muchos momentos difíciles en la vida, los cuales has tenido que superar y soportar para sacarnos adelante a mi hermano y a mí, te has limitado e inclusive dejado de lado para darnos lo que necesitábamos, has tenido que afrontar momentos difíciles en los cuales la respuesta fácil pudo haber sido simplemente rendirte, sin preocuparte por nosotros, no obstante, siempre has visto hacia adelante, sin importarte tu propio cansancio, procurando para nosotros un futuro mejor; a pesar de que hemos tenido diferencias y que en muchas ocasiones eh sido egoísta, sin mirar el gran esfuerzo que has tenido que hacer para que llegue este momento, quisiera decirte que este logro es nuestro y además de estar dedicado a todos tus esfuerzos y sacrificios, es un pequeño reconocimiento de la gran persona que eres y de cómo enfrentando las adversidades, has podido impulsarme para tener un futuro más brillante, no tengo como agradecerte todo lo que has hecho por mí, espero poder llegar a ser como tú y de la misma forma en que me motivas a mirar hacia adelante, ser un candil que alumbre el futuro de generaciones venideras.

**A mi madre, Guadalupe P. Martínez Sánchez**, como la persona que me dio la vida, a la cual dedico este triunfo y a quien puedo decir gracias; a pesar de haber pasado por momentos difíciles, estoy feliz de haber dejado todo eso atrás y poder mirar hacia

*“No es grande el que siempre triunfa, sino el que jamás se desalienta” – José L. Martín D.*

adelante, ya que con el apoyo de mi familia es que este día llegó, gracias por haberme tenido en tus oraciones y gracias por darme la oportunidad de compartir este logro contigo; el futuro es hoy y son tus oraciones y apoyo, las que me hacen iniciar un nuevo ciclo en esta vida llena de experiencias buenas y malas, mirando al futuro, sin importar el pasado, disculpándome por lo egoísta que pude haber sido y dedicándote este logro como muestra de gratitud.

**A mi hermano, Manuel A. Ontiveros Mtz.**, esa persona especial la cual ha estado ahí prácticamente toda mi vida, con quien más me identifico y quien me ha ayudado a afrontar la vida en múltiples momentos; te agradezco simplemente el que estés ahí, para jugar, para divertirnos, me das una vida más tranquila, amena y placentera, eres ese rayo de luz que me muestra que no todo es estrés y cansancio, contigo disfruto mucho, aunque siempre discutamos, aunque hayas crecido y cada vez me aguantes menos, ¡no importa!, “si las costillas de cerdo fueran perfectas, no existirían los perros calientes”; sabes que estoy aquí para ti y que puedes contar conmigo en todo momento, espero motivarte para salir adelante y que no te fijes en mis defectos sino que los evites para no caer en los errores de los cuales a veces me arrepiento.

**A la Doctora Sara Esther Valdés Martínez**, muchas gracias por encaminarme a lo largo de este proyecto; reconozco además su calidad humana y el apoyo que me brindó no solo como asesora sino como persona, la cual vio por mis problemas y necesidades, impulsándome a continuar y llegar hasta el final, además de tenerme paciencia e invertir mucho tiempo y experiencia para que yo pudiera ser mejor. Personalmente me queda grabado algo que quisiera aplicar para con las personas que vienen detrás mío, “no se trata de regresar lo que te dan, sino de compartir con otras personas; así como te ayudan hoy, tu ayuda a otros el día de mañana”.

*“Aprender es descubrir lo que ya sabemos. Enseñar es recordar a otros que lo saben tan bien como nosotros. Todos somos aprendices, hacedores, maestros” – Stephen King*

**A la Ingeniera María de los Ángeles Ruíz Ortiz**, agradezco el apoyo que me has brindado, así como las oportunidades que me diste, las cuales han servido a mi desarrollo profesional; por otra parte quiero reconocer el tipo de persona que eres, ya que, a pesar tener un carácter fuerte en muchas ocasiones, me has hecho ver mis errores y fortalezas, ayudándome a ser cada vez mejor. No solo eso, también eh de admirar las obras y actividades que realizan para ayudar a otros de una manera desinteresada, lo cual tarde o temprano la vida se los recompensará.

*“Utiliza en la vida los talentos que poseas: el bosque estaría muy silencioso si sólo cantasen los pájaros que cantan mejor” – Henry Van Dike*

**A los sinodales**, Profesores Leticia Figueroa, Guadalupe Amaya, Ana María Soto, Alberto Solís; desconozco la forma de expresar mi gratitud, ya que no tuve el tiempo suficiente para conocerlos, sin embargo, me resulta necesario agradecer el tiempo y dedicación que invirtieron en revisar, corregir y atender al proyecto que mi compañera y yo les presentamos, gracias por dedicarnos una parte de sus vidas y por su interés en el trabajo que implica el fin de nuestra etapa universitaria.

**A mis profesores**, que sería de nosotros sin los guías y mentores que nos muestran

el camino y comparten con nosotros todas sus experiencias, tanto buenas como malas; hay profesores de tantos tipos que me siento afortunado de haberlos conocido, ya que además de contribuir a mi educación profesional también propiciaron mi crecimiento como persona, dándome infinidad de lecciones, las cuales no alcanzaría a expresar en algunas cuartillas. Sin embargo, agradezco a todos y cada uno de mis profesores, por ser profesores de oficio pero también de vida, contribuyendo cada uno con su granito de arena en el desarrollo de un mejor futuro.

**A mi familia**, disculpen si generalizo, pero es que son tantos que no me bastarían las hojas para agradecer en específico a cada uno; este en particular es otro motivo por el cual le estoy agradecido a la vida, y es que soy tan afortunado de tener una familia con la cual he disfrutado de muchos momentos, tanto felices como tristes; llámense tíos, primos, sobrinos, abuelos (desde donde quiera que estén) todos y cada uno me han dado mucho, desde una simple palabra de aliento así como incontables risas y momentos de alegría además de su apoyo que ha contribuido a mi educación; y es que no solo he contado con su ayuda sino también con su preocupación y me han encaminado por el camino correcto, lo cual me ha permitido llegar a este punto y por lo cual les estaré infinitamente agradecido.

**A mis amigos**, ya sean de México o Morelos, a todos y cada uno, gracias por formar parte de mí; varios fueron los que en un punto de mi estancia en la universidad me dijeron que desaprovechaba mi tiempo y potencial dando excusas innecesarias, que necesitaba aplicarme y trabajar arduamente, hoy día me doy cuenta que era verdad y más que nunca les estaré agradecido por su preocupación y también porque si no hubiera sido por esos focos de alerta y llamadas de atención, tal vez no me habría dado cuenta de que estaba haciendo las cosas mal. Por otra parte también agradezco a mis amigos, porque me han motivado y brindado una mano de apoyo en momentos de necesidad, además de alentarme y compartir conmigo momentos de alegría, tristeza, dicha y éxito, me han ayudado a convertirme en otra persona, alguien que es capaz de valorar las relaciones humanas, los momentos de diversión y convivencia así como la amistad y los momentos inolvidables que pase a su lado.

**En particular a mi amiga y compañera, Ana Gabriela Noriega Vargas**, tengo que decir que a pesar de que hemos tenido diferencias, discusiones, y desacuerdos; agradezco la oportunidad de haberte conocido, además de tu apoyo, he contado con tu motivación, tu preocupación además de horas de arduo trabajo, pero fue todo ese tiempo y esfuerzo, lo que hace que este día valga la pena, y por eso no me queda más que decirte ¡Felicidades! y mucho éxito en esta etapa que apenas comienza.

*“Fue el tiempo que pasaste con tu rosa lo que la hizo tan importante”*

**Finalmente, quisiera agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México**, mi máxima casa de estudios, la cual me abrió sus puertas y me dio la oportunidad de desarrollarme profesionalmente, no solo como universidad sino como una segunda casa, ese lugar donde pase mucho tiempo y crecí tanto profesional como personalmente

*“La educación es el único y verdadero tesoro que nuestros padres podrán heredarnos, es la base para construir un futuro exitoso”*

## ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE GENERAL .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XII
<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES</b>	
1.1. Generalidades de la leche.....	4
1.1.1. Definición de leche.....	4
1.1.2. Definición fisicoquímica de leche.....	4
1.1.3. Composición de la leche.....	4
1.1.4. Propiedades de la leche.....	6
1.2. Importancia del consumo de la leche y productos lácteos.....	9
1.2.1. Producción de leche.....	11
1.2.2. Consumo de leche.....	13
1.2.3. Producción de productos lácteos.....	14
1.2.4. Consumo de productos lácteos.....	14
1.3. Conservación de la leche.....	15
1.3.1. Pasteurización.....	16
1.3.2. Proceso de UHT.....	16
1.3.3. Cadena de frío.....	16
1.4. Procesamiento de la leche.....	17
1.4.1. Productos a base de leche (productos lácteos).....	19
1.5. Helado como derivado lácteo.....	20
1.5.1. Definición de helado.....	20
1.5.2. Historia del helado.....	20
1.5.3. Clasificación de los helados.....	21
1.5.4. Definición de base de helado.....	22
1.5.5. Formulación para bases de helado.....	22
1.5.6. Funcionalidad de los ingredientes empleados.....	24
1.6. Proceso de elaboración del helado.....	27
1.7. Alimentación saludable.....	29
1.7.1. Enfermedades relacionadas al consumo de productos procesados.....	30
1.7.2. Problemática con el consumo de productos dulces.....	30
1.7.3. Situación actual referente a enfermedades por ingesta de azúcares.....	31
1.7.4. Alternativas al consumo de azúcares.....	31
<b>CAPITULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</b>	
Problema.....	33
Objetivo General.....	33
Objetivos Particulares .....	33
2.1. Cuadro Metodológico .....	34
2.2. Desarrollo experimental .....	36

2.2.1. Actividades Preliminares.....	36
a) Encuesta sobre el consumo de helados .....	36
b) Análisis Químico Proximal de la materia prima (leche en polvo) .....	38
c) Análisis microbiológico de la materia prima (leche en polvo) .....	38
d) Formulación de las bases de helado .....	39
e) Capacitación de un panel de jueces semi entrenados .....	40
2.2.2. Elaboración de helados partiendo de las bases formuladas.....	42
2.2.3. Objetivos particulares .....	47
Act.1. Análisis de calidad del helado (parámetros de calidad en helados) .....	47
a) Prueba de overrun (% de aire captado) .....	47
b) Prueba de derretimiento y tiempo de caída de la primer gota .....	48
c) Determinación del tamaño de glóbulo de grasa .....	48
Act. 2. Evaluación sensorial de los helados elaborados .....	49
a) Prueba de medición de agrado o satisfacción .....	52
b) Prueba de ordenamiento .....	52
c) Análisis de perfil de atributos .....	52
Act. 3. Análisis de la base de helado .....	53
a) Análisis Químico Proximal de la base de helado .....	53
b) Análisis microbiológico de la base de helado .....	53
Act. 4. Prueba de aceptación o rechazo del producto final (prueba hedónica).....	54
<b>CAPITULO III. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	
3.1. Actividades preliminares .....	56
a) Encuesta sobre tendencias de consumo .....	56
b) Análisis Químico Proximal de la leche en polvo .....	58
c) Análisis microbiológico de la leche en polvo .....	60
3.2. Objetivos Particulares.....	61
Act. 1. Pruebas de calidad y estabilidad .....	61
a) Prueba de overrun (% de aire captado) .....	61
b) Prueba de descongelamiento y caída de la primer gota .....	63
c) Determinación de tamaño del glóbulo de grasa .....	66
d) Análisis de Costos.....	67
Act. 2. Evaluación sensorial de los helados elaborados.....	70
a) Prueba de medición del agrado o satisfacción .....	70
b) Prueba de ordenamiento.....	71
c) Análisis de perfil de atributos .....	73
Act. 3. Análisis de la base de helado seleccionada .....	78
a) Análisis Químico Proximal de la base de helado .....	78
b) Análisis microbiológico de la base de helado .....	82
Act. 4. Prueba de aceptación o rechazo del producto final (prueba hedónica) .....	82
<b>CONCLUSIONES</b> .....	86
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	88
<b>REFERENCIAS CONSULTADAS</b> .....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
<b>Tabla 1.</b> Composición en % de la leche de diferentes razas de vaca .....	5
<b>Tabla 2.</b> Consumo de leche fluida (Miles de toneladas).....	13
<b>Tabla 3.</b> Clasificación del helado por su contenido de grasa .....	21
<b>Tabla 4.</b> Clasificación de los helados de acuerdo a los ingredientes empleados .....	22
<b>Tabla 5.</b> Clasificación de los edulcorantes .....	32
<b>Tabla 6.</b> Metodologías empleadas en el análisis químico proximal .....	38
<b>Tabla 7.</b> Metodologías empleadas en el análisis para la calidad microbiológica .....	38
<b>Tabla 8.</b> Formulaciones propuestas para la elaboración de bases de helado .....	40
<b>Tabla 9.</b> Lista de atributos empleada para realizar la evaluación sensorial .....	42
<b>Tabla 10.</b> Resultados del análisis químico proximal de la leche en polvo .....	58
<b>Tabla 11.</b> Resultados del análisis microbiológico de la leche en polvo .....	60
<b>Tabla 12.</b> Resultados de la prueba de Overrun (mL derretidos) .....	61
<b>Tabla 13.</b> Tamaño de glóbulo de grasa de diferentes mezclas de helado .....	66
<b>Tabla 14.</b> Costos de los ingredientes y costo por formulación .....	68
<b>Tabla 15.</b> Costos atribuidos a servicios para producir 100L de helado .....	69
<b>Tabla 16.</b> Resultados de la prueba de nivel de agrado .....	70
<b>Tabla 17.</b> Resultados de la prueba de ordenamiento .....	71
<b>Tabla 18.</b> Resultados de $F_c$ (Factores calculados) y $F_t$ (Factor de Tablas) para determinar la variación de los resultados atribuida a las muestras .....	73
<b>Tabla 19.</b> Cuadro ANOVA para el DULZOR de las muestras .....	75
<b>Tabla 20.</b> Cuadro ANOVA para el RESABIO de las muestras .....	75
<b>Tabla 21.</b> Cuadro ANOVA para la CREMOSIDAD de las muestras .....	76
<b>Tabla 22.</b> Cuadro ANOVA para la COHESIVIDAD de las muestras .....	76
<b>Tabla 23.</b> Cuadro ANOVA para la UNIFORMIDAD de las muestras .....	76
<b>Tabla 24.</b> Cuadro ANOVA para la ARENOSIDAD de las muestras .....	76
<b>Tabla 25.</b> Cuadro ANOVA para la APARIENCIA de las muestras .....	77
<b>Tabla 26.</b> Resultados del Análisis Químico Proximal de la base de helado .....	79
<b>Tabla 27.</b> Aporte energético por porción de helado .....	81
<b>Tabla 28.</b> Porcentaje de reducción en la base elaborada .....	81
<b>Tabla 29.</b> Resultados del Análisis microbiológico de la base de helado .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Producción Nacional de Leche Fluida (Millones de Litros), periodo 2006-2018..	12
<b>Figura 2.</b> Participación en la producción de leche por estado (año 2017).....	13
<b>Figura 3.</b> Clasificación de los productos lácteos .....	18
<b>Figura 4.</b> Diagrama de proceso para el tratamiento de la leche cruda recién ordeñada....	19
<b>Figura 5.</b> Diagrama de proceso de la elaboración de helados .....	28
<b>Figura 6.</b> Cuadro Metodológico .....	35
<b>Figura 7.</b> Encuesta aplicada sobre las tendencias de consumo de helado .....	37
<b>Figura 8.</b> Presentación en diapositivas con respecto a la evaluación sensorial .....	41
<b>Figura 9.</b> Diagrama de proceso para la elaboración de una base de helado reducido en azúcar .....	43
<b>Figura 10.</b> Diagrama de proceso para la elaboración de helado partiendo de una base de helado .....	45
<b>Figura 11.A.</b> Formato empleado durante la evaluación sensorial (1/2) .....	50
<b>Figura 11.B.</b> Formato empleado durante la evaluación sensorial (2/2).....	51
<b>Figura 12.</b> Escala no estructurada utilizada en la prueba de agrado .....	52
<b>Figura 13.</b> Presentación de las muestras para la prueba de ordenamiento .....	52
<b>Figura 14.</b> Documento empleado durante la prueba hedónica a 100 consumidores .....	55
<b>Figura 15.</b> Frecuencia de consumo del helado .....	56
<b>Figura 16.</b> Consumo de helados de sabor .....	57
<b>Figura 17.</b> Prueba de overrun .....	62
<b>Figura 18.</b> Velocidad de descongelación de diferentes helados .....	63
<b>Figura 19.</b> Porcentaje de derretimiento (%) .....	65
<b>Figura 20.</b> Glóbulos de grasa en helado comercial marca Holanda .....	66
<b>Figura 21.</b> Glóbulos de grasa en helado con Sacarosa .....	66
<b>Figura 22.</b> Glóbulos de grasa en helado con Svetia .....	67
<b>Figura 23.</b> Glóbulos de grasa en helado con Sucralosa .....	67
<b>Figura 24.</b> Glóbulos de grasa en helado con Sorbitol .....	67
<b>Figura 25.</b> Resultados de la prueba de agrado .....	71
<b>Figura 26.</b> Resultados de la prueba de ordenamiento de acuerdo al nivel de preferencia.	72
<b>Figura 27.</b> Gráfico radial de atributos evaluados .....	74
<b>Figura 28.</b> Resultados de la prueba de ordenamiento de acuerdo al nivel de agrado .....	78
<b>Figura 29.</b> Resultados de la prueba de agrado .....	83
<b>Figura 30.</b> Índice de aceptación del helado obtenido de la base elaborada .....	83
<b>Figura 31.</b> Lugares donde los consumidores quisieran adquirir este producto .....	84
<b>Figura 32.</b> Precio que los consumidores potenciales estarían dispuestos a pagar .....	85

## RESUMEN

---

La problemática actual relacionada con el aumento de enfermedades ocasionadas por el consumo de alimentos con alto contenido de azúcares y grasa, y por ende, un alto aporte calórico, ha generado en el consumidor un interés particular por ingerir alimentos alternativos que sean aptos para su consumo sin atentar contra su salud. Esto último, aunado al interés del consumidor por reducir el riesgo de padecer enfermedades y cuidar su salud en general provoca la necesidad de elaborar alimentos saludables cuyo valor nutricional sirva a su propósito.

Atendiendo a este propósito, el objetivo del presente proyecto fue elaborar una base de helado reducida en azúcares que sirviera como alternativa a este tipo de productos, la cual a su vez fuera apta para diabéticos y gran parte de la población que debido a padecimientos de salud no pueden consumir helado por su alto contenido de azúcares y aporte calórico.

Se elaboraron cuatro bases de helado diferentes partiendo de una misma formulación donde se sustituyó la sacarosa por diferentes agentes endulzantes (se utilizaron sucralosa, svertia y sorbitol que fueron sustituidos de acuerdo a su poder edulcorante) y se utilizaron aditivos cuya funcionalidad aportará mejores propiedades a la base de helado elaborada, esta sustitución se realizó con la finalidad de reducir el contenido de azúcar en un 25% por lo menos, respecto al original, con el propósito de elaborar un producto reducido en azúcares (según la reducción requerida por la NOM-086-SSA1-1994). Para elegir la formulación más adecuada, se evaluaron los parámetros de calidad propios de los helados (overrun, derretimiento, tiempo de caída de la primera gota y determinación del tamaño del glóbulo de grasa) y se descartó la base elaborada con sorbitol ya que su estabilidad era desfavorable siendo la más inestable en los parámetros de calidad evaluados.

Se realizó un análisis sensorial a las fórmulas para elegir la mejor base de helado de acuerdo al criterio de jueces semi entrenados, capacitados previamente, para ello se realizaron pruebas de agrado, ordenamiento y medición de atributos evaluando la apariencia, arenosidad, uniformidad, dulzor, resabio, cohesividad y cremosidad de los helados obtenidos a partir de las diferentes bases elaboradas. En este análisis la formulación elaborada con sucralosa fue seleccionada como la mejor formulación con base en los criterios previamente mencionados además de presentar una mayor aceptación que una formulación elaborada con sacarosa.

Además de este análisis se desarrolló otro análisis sensorial enfocado exclusivamente en la aceptación del helado obtenido con la base seleccionada comparado contra un helado comercial con sabor a vainilla en el cual se demostró la aceptación hacia el producto realizado garantizando la calidad de la base elaborada y su aplicación como helado el cual tiene las propiedades necesarias para competir inclusive con un helado comercial de consumo cotidiano.

Finalmente se analizó la base de helado seleccionada comenzando con el AQP de la misma, así como los análisis microbiológicos correspondientes según la normatividad vigente. En el caso del análisis AQP se obtuvieron los siguientes resultados: humedad (59.6%), proteína (4.3%), grasa (16.8%), cenizas (0.8%), azúcares (8.6%) y fibra dietética (8.7%). Por otra parte se realizó el análisis de la base de helado elegida analizando coliformes totales, coliformes fecales, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras así como mesófilos aerobios obteniendo en todos los casos resultados por debajo de los límites permisibles requeridos por la NOM-243-SSA1-2010.

Con base en estos resultados se demostró que el producto elaborado fue de calidad y apto para la ingesta por parte de los consumidores potenciales, además de estar elaborado bajo las buenas prácticas de manufactura y no representa ningún riesgo a la salud de los consumidores.

## INTRODUCCIÓN

---

La leche es un alimento completo para el ser humano, especialmente en la etapa de la niñez y la adolescencia, ya que su composición es sinónimo de un excelente aporte nutrimental, siendo la leche base de la alimentación para la población.

La leche para consumo humano es aquella que es sometida a tratamientos térmicos u otros procesos que garanticen su inocuidad; además puede ser sometida a operaciones tales como clarificación, homogeneización, estandarización u otras, siempre y cuando no contaminen al producto y cumpla con las especificaciones de su denominación (NOM-155-SCFI-2012).

La leche por su composición y versatilidad puede ser procesada y transformada dando lugar a diferentes productos conocidos como productos lácteos, estos al tener diferentes presentaciones han sido del agrado de una mayor parte de la población y se han ido desarrollando cada vez con mayor variedad. “Un producto lácteo es un producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación [FAO] y Organización Mundial de la Salud [OMS], 2011).

Actualmente la población se enfrenta a problemas ocasionados por malos hábitos de alimentación lo cual ha desencadenado una serie de padecimientos y enfermedades que amenazan seriamente el bienestar de la población, entre ellas destaca la *Diabetes mellitus*, la cual fue la segunda causa de muerte mas importante en México en 2015 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2016) la cual ha aumentado hasta un 8.5% de padecimientos en la población mundial en 2016 (OMS, 2016).

Es debido a esta problemática latente que se propuso elaborar una base de helado reducida en azúcares empleando edulcorantes y aditivos que otorguen al producto las propiedades sensoriales requeridas por los consumidores y al mismo tiempo elaborar una alternativa de consumo que no represente riesgo a su salud estando enfocado a un público con padecimientos que requieren de la disminución de azúcares en su dieta y por ende limitan la ingesta de este tipo de productos.

## CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

---

### 1.1. Generalidades de la leche

#### 1.1.1. Definición de leche

Se define a la leche como “la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas o de cualquier otra especie animal, excluido el calostro” (NOM-243-SSA1-2010).

#### 1.1.2. Definición fisicoquímica de leche

La leche es un líquido de composición compleja, blanco o ligeramente amarillento y opaco, de sabor dulce y pH cercano a la neutralidad. Además, es una emulsión de materia grasa en forma globular y una suspensión de materia proteica en un suero el cual está constituido principalmente de lactosa y sales minerales (Miller, Jarvis & McBean, 2007).

La leche es un líquido de color blanco opalescente característico, debido a la refracción de la luz cuando los rayos de luz inciden sobre las partículas coloidales de la leche en suspensión. Cuando es muy rica en grasa, presenta una coloración ligeramente amarillenta, debido al caroteno que contiene la grasa, la leche baja en grasa toma un color ligeramente azulado (Alais, 1998).

#### 1.1.3. Composición de la leche

La leche es considerada como un alimento casi completo, puesto que solo es pobre en hierro, vitamina D y C. Su riqueza en energía, proteínas de fácil asimilación, grasa, fósforo, calcio y vitaminas hacen de la leche un alimento básico del lactante, así como en otras etapas de la vida (Kaufer, Pérez y Arroyo, 2015).

En general, la leche está constituida por agua, grasas, proteínas, azúcares, vitaminas y minerales, además de concentraciones menores de otras sustancias que en conjunto forman un sistema fisicoquímico estable (Badui, 2013).

Asimismo, estos componentes pueden variar dependiendo de diferentes factores tales como: la raza y edad de la vaca, el tipo y la frecuencia de

alimentación, el estado de lactación, la temperatura ambiente, las enfermedades, la época del año, la hora y el día del ordeño, etc., (Pérez, 1982).

En la Tabla 1 se muestra la composición promedio de las leches provenientes de diferentes razas de vaca productoras de leche.

<b>Tabla 1. Composición en % de la leche de diferentes razas de vaca</b>					
<b>Raza</b>	<b>Agua</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Carbohidratos</b>	<b>Cenizas</b>
<b>Holstein</b>	88.1	3.4	3.1	4.6	0.71
<b>Ayshire</b>	87.3	3.9	3.4	4.4	0.73
<b>Suiza café</b>	87.3	3.9	3.3	4.6	0.72
<b>Guernsey</b>	86.3	4.5	3.6	4.7	0.75
<b>Jersey</b>	85.6	5.1	3.7	4.7	0.74

**Fuente.** Badui, S. (2013). "Química de los alimentos".

- **Agua**

Es el componente más abundante de la leche, este puede cambiar dependiendo la especie y raza variando entre el 36% y 90.5%; normalmente se encuentra en un porcentaje del 87% del contenido total de la leche. Su función es sostener a los sólidos de la leche parcialmente en solución y parcialmente en suspensión, y actúa como la fase continua de este sistema en equilibrio (Badui, 2013).

- **Grasa**

Es el segundo componente que se encuentra en mayor porcentaje en la leche, se presenta en forma de glóbulos con un diámetro aproximado de 2 a 8µm los cuales brindan a la leche propiedades físicas y químicas que son un reflejo de los ácidos grasos que contiene y a su vez determina la susceptibilidad a las reacciones químicas que afectan el sabor de la leche, contenido nutrimental y propiedades físicas de los productos lácteos (Miller et al., 2007).

- **Proteínas**

Se encuentran presentes en un 3.1%, en donde se pueden distinguir las proteínas del suero (destacan por su alto valor nutricional) y las caseínas las cuales son de suma importancia en la elaboración de quesos y productos fermentados debido a su capacidad de precipitar bajo ciertas condiciones (Badui, 2013).

- **Carbohidratos**

Se encuentran presentes en la leche en forma de azúcar (lactosa) otorgando un leve sabor dulce cuyo poder edulcorante es seis veces menor que el del azúcar convencional, sin embargo, el sabor de la lactosa está enmascarado por la caseína (Roca, s.f.).

- **Cenizas**

El contenido de minerales, que se cuantifica indirectamente en las cenizas, se encuentra en menor proporción y no representan el total de las sales de la leche en su estado natural; ya que se producen pérdidas de los elementos más volátiles (yodo, cloruros alcalinos y fósforo) que dependen estrechamente de la temperatura alcanzada en el horno (Alais, 1998).

#### 1.1.4. Propiedades de la leche

##### a) Propiedades sensoriales

Algunas de las características sensoriales de la leche, se describen brevemente a continuación:

- **Sabor y Olor.** La leche producida bajo condiciones adecuadas tiene un gusto ligeramente dulce y un tenue sabor aromatizado. El sabor dulce proviene de la lactosa y el aroma, principalmente de la grasa. Ambos son afectados fácilmente por los alrededores desaseados como pueden ser la presencia de tierra, insectos, heces fecales, entre otros medios de contaminación; además de la importancia de la alimentación de la vaca (Pérez, 1982).
- **Color.** Tiene un color ligeramente blanco amarillento debido a la grasa y a la caseína, así como a pequeñas cantidades de materia colorante. La grasa y la caseína forman una suspensión ocasionando opacidad que impide el paso de la luz a través de ella, provocando la tonalidad blanca presente en la leche (Estrada, 2011).

##### b) Propiedades fisicoquímicas

En algunos casos las propiedades físicas dependen de la cantidad de componentes que contiene el producto (densidad), de las sustancias disueltas (punto de congelación) e incluso de la cantidad de iones que la leche posee (pH y reacciones iónicas) (Walstra, 1999). A continuación se muestran algunas de las propiedades fisicoquímicas de la leche.

- **Densidad**

La densidad de la leche de una especie dada no es un valor constante ya que puede variar por la temperatura y dos factores más: la concentración, de elementos disueltos y en suspensión, así como la cantidad de grasa (Alais, 2000).

Al estar determinado por ambos factores, varía comportándose de la siguiente manera.

**Concentración de elementos disueltos y en suspensión (sólidos no grasos):** la densidad aumenta proporcionalmente respecto al contenido de sólidos.

**Proporción de la materia grasa:** teniendo esta una densidad inferior a 1, la densidad de la leche varía de manera inversa al contenido graso.

La densidad de la leche entera se encuentra próxima a  $1.032 \text{ g/cm}^3$  mientras que la densidad de leches descremadas se eleva a  $1.035 \text{ g/cm}^3$ .

De esta manera, una leche descremada y aguada (con contenido adicional de agua) puede tener una densidad normal por lo que la densidad no es un parámetro confiable para revelar un fraude, por sí sola (Luquet, 1991).

La densidad varía también con la temperatura; en general se mide a  $15^\circ\text{C}$ , a temperaturas diferentes es necesario realizar una corrección con base en el instrumento de medición que se está utilizando, esto permite conocer el valor real o corregido de la densidad (Alais, 1998).

- **Densidad específica**

Representa el peso de un volumen dado de leche comparado con el mismo volumen de agua al mismo grado de temperatura. La densidad específica media de la leche es de  $1.032 \text{ g/cm}^3$ , lo que quiere decir que un  $\text{cm}^3$  de leche a  $4^\circ\text{C}$  pesa 1.032 gramos. En otras palabras, la leche es 1.032 veces más pesada que el agua (Alais, 1998).

- **Viscosidad**

Es traducida comúnmente como la resistencia de los líquidos al flujo. Esta resistencia disminuye con el aumento de la temperatura y puede aumentar cuando el pH de la leche disminuye debajo de 6.0 (Estrada, 2011).

La leche es mucho más viscosa que el agua, debido sobre todo a la materia grasa en estado globular y a las macromoléculas proteicas mientras que las sustancias disueltas solo influyen en una pequeña parte. Por lo tanto el lactosuero es menos viscoso que la leche descremada y mucho menos viscoso que la leche entera.

La viscosidad de la leche oscila entre 1.7 a 2.2 centipoises, siendo la de la leche completa de 2.2 y la de la leche descremada de 1.2. La leche homogenizada presenta un aumento en la viscosidad, entre 1.2 a 1.4 centipoises.

La viscosidad disminuye con el aumento de la temperatura y es la principal causa de resistencia en la homogenización de los glóbulos grasos para la elaboración de crema (Alais, 1998).

- **Punto de congelación**

Se basa en la Ley de Raoult, la cual señala que tanto el descenso crioscópico como el ascenso ebulloscópico están determinados por la concentración molecular de las sustancias en solución. Al enfriar una solución diluida eventualmente se llega a alcanzar una temperatura en la cual el solvente sólido (soluto) comienza a separarse, dicha temperatura es conocida como punto de congelación de la solución (NOM-155-SCFI-2012).

La leche se congela por debajo de 0°C, ya que las sustancias disueltas reducen el punto de congelación de los disolventes puros (crioscopía). El punto de congelación de la leche varía muy poco siendo de aproximadamente -0.55°C. Es la característica más constante de la leche y su determinación sirve como referencia ya que si la leche presenta una temperatura igual o inferior a -0.53°C es posible que esta haya sido adulterada.

Esta característica es de utilidad incluso en leches descremadas ya que el descremado no cambia el punto de congelación (Walstra, 1999).

- **Punto de ebullición**

Debido a las sustancias disueltas en solución, la leche ebulle por encima de los 100°C; entre 100.15 y 100.17°C pero mientras dura el calentamiento se producen cambios en el equilibrio de los estados (Estrada, 2011).

- **Conductividad eléctrica**

El agua ofrece una resistencia considerable al paso de la corriente eléctrica; su conductividad eléctrica ( $\sigma$ ) es pequeña y varía entre 0.005 – 0.05 S/m.

La presencia de electrolitos minerales en la leche (cloruros y fosfatos), principalmente, y de iones coloidales, secundariamente, disminuyen la resistencia al paso de la corriente. La conductividad de la leche varía de acuerdo a la temperatura, normalmente se mide a 25°C y sus valores medios se sitúan entre 0.4 y 0.5 S/m (Alais, 1998).

El aguado de la leche rebaja la conductividad y su alteración por acidificación la eleva (Estrada, 2011).

- **Potencial de Hidrógeno (pH)**

La leche tiene una reacción iónica cercana a la neutralidad. La leche de vaca tiene una reacción débilmente ácida con un pH comprendido entre 6.6 y 6.8, como consecuencia de la presencia de caseína y de los aniones fosfórico y láctico principalmente.

En lo que se refiere a la leche de vaca deben considerarse como anormales valores de pH menores a 6.5 y superiores a 6.9. Si el calostro de la vaca tiene un pH más bajo, es a causa de su elevado contenido en proteínas.

El pH representa la acidez actual de la leche; de él dependen propiedades tan importantes como la estabilidad de la caseína (Celis y Juárez, 2009).

- **Acidez**

La leche cruda presenta una acidez titulable resultante de cuatro reacciones, de las cuales las tres primeras corresponden a la acidez natural de la leche cruda y la cuarta reacción corresponde a la acidez que se va formando en la leche por acción de las bacterias contaminantes.

La determinación de la acidez de la leche es muy importante ya que puede dar lugar a la determinación del grado de alteración que ésta pudiera presentar. Regularmente una leche fresca debe tener una acidez de 0.15 a 0.16%, valores menores pueden indicar que es una leche proveniente de vacas con mastitis, aguada o que contiene alguna sustancia química alcalina. Porcentajes mayores del 0.16%, indican que la leche puede contener bacterias contaminantes que la han acidificado (Celis y Juárez, 2009).

- **Gravedad específica**

Al determinar la densidad de la leche con el lactodensímetro, ese valor debe ajustarse para una temperatura de 15°C, adicionando o restando el factor de corrección de 0.0002 por cada grado centígrado leído por encima o por debajo de los 15°C. Este valor oscila entre 1.028 –1.034 g/cm<sup>3</sup> (Alais, 1998).

## **1.2. Importancia del consumo de la leche y productos lácteos**

La leche y sus derivados son alimentos originados en la naturaleza creados para satisfacer los momentos de mayor demanda nutricional (etapas de crecimiento y desarrollo) (Jelliffe & Jelliffe, 1976) por lo cual no pueden ser fácilmente desplazados ni sustituidos por otros productos en la alimentación diaria, su valor nutricional es en consecuencia elevado, por lo cual forma parte de la adopción de

la leche como base de las guías alimentarias de prácticamente todas las culturas occidentales ya que la leche y sus derivados son especialmente ricos en proteínas y calcio de fácil asimilación, nutrimentos muy importantes en las etapas mencionadas anteriormente, así como para el mantenimiento de la masa ósea y muscular teniendo un impacto muy importante en la promoción de la salud (Instituto LALA, 2015).

Gracias a las características de los nutrimentos de la leche; organismos internacionales como la FAO y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la han recomendado como alimento indispensable para la nutrición humana, principalmente para los niños (Secretaría de Salud, 2016).

A continuación se muestran algunos de los beneficios que brindan los productos lácteos:

- Excelente aporte de proteínas.
- Fuente natural de calcio, ayuda a formar y mantener huesos y dientes sanos.
- Contienen fósforo que ayuda al calcio, a la formación y mantenimiento de los huesos junto con la vitamina D.
- Magnesio el cual ayuda a mantener los huesos sanos y a la regulación sanguínea.
- Potasio que ayuda a regular el balance de líquidos en el organismo.
- Vitamina A, esencial para la vista, salud de la piel y el sistema inmune.

Es importante destacar que los lácteos son aliados en la nutrición de las personas de todas las edades

- Los lácteos “deben formar parte de una dieta, es decir, están incluidos en el grupo de las leguminosas y alimentos de origen animal” (Plato del Buen Comer) (NOM-043-SSA2-2005).
- Son un vehículo accesible para hacer llegar nutrimentos de importancia para la población, así mismo tienen la capacidad de poder ser enriquecidos o de ser modificados en su composición (Alvarado, 2018).
- Los lácteos son muy bien aceptados a cualquier edad, desde pequeños a partir del año de edad hasta los ancianos. Es importante reconocer que, en México, el consumo de calcio está por debajo de las recomendaciones marcadas por el Instituto Nacional de la Nutrición y Ciencias Médicas Salvador Zubiran: Únicamente el 47% de las mujeres adultas mexicanas consumen la cantidad recomendada de calcio (Madrigal, 1989). El consumo adecuado de calcio debe estar entre 800 y 1200 mg al día.

- Un vaso de leche fresca (entera, semi o light) aporta 258mg de calcio. Por lo que se recomiendan tres porciones de lácteos diariamente para ayudar a cubrir alrededor del 96% de la Ingesta Diaria Recomendada (IDR) de calcio (Instituto LALA, 2015).

De acuerdo al contenido nutrimental de la leche sumado a las deficiencias que se encuentran actualmente en la población se puede afirmar que la leche es un alimento indispensable para la salud y la nutrición de los mexicanos. El consumo de leche y sus derivados, ha sido asociado con la calidad de la dieta (Instituto LALA, 2015).

### **1.2.1. Producción de leche**

#### **a) Importancia de la leche a nivel Internacional**

Tanto el consumo como el comercio mundial de alimentos en general y de lácteos en particular está influenciado por factores, los cuales hacen referencia al contexto macroeconómico esperado, a la evolución de la población mundial y su localización, así como de las políticas de apoyo dirigidas a la producción y comercialización en distintos países y de las negociaciones internacionales. Todos ellos afectan la demanda, la oferta y el comercio mundial. En la última década el crecimiento del consumo mundial de lácteos dependió en gran medida del aumento de población mundial. Aproximadamente el 70% de los aumentos en la demanda se atribuyen a este factor, en tanto que el crecimiento del consumo por habitante implicó el 30% restante (Secretaría de Economía, 2012).

Actualmente la mayor parte del consumo de lácteos está concentrado en los países industrializados, ya que estos países poseen un mayor poder adquisitivo y consumo per cápita, así como un mayor ritmo de crecimiento de la población. Los niveles de consumo de lácteos por habitante en los países desarrollados han alcanzado niveles elevados. Por su parte, el ritmo de crecimiento potencial del consumo en los países en desarrollo también se ha elevado, porque en estos casos, al crecimiento poblacional, se debe agregar, el aumento en el consumo por habitante (Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación [SAGARPA], 2010).

En la mayoría de las previsiones de largo plazo, no sólo importan las proyecciones del crecimiento económico promedio mundial, sino también el dinamismo que tendrán en términos relativos los países industrializados y los países en desarrollo. En particular resulta importante el desempeño de los países emergentes, es decir, aquellos que están creciendo a un ritmo superior a los

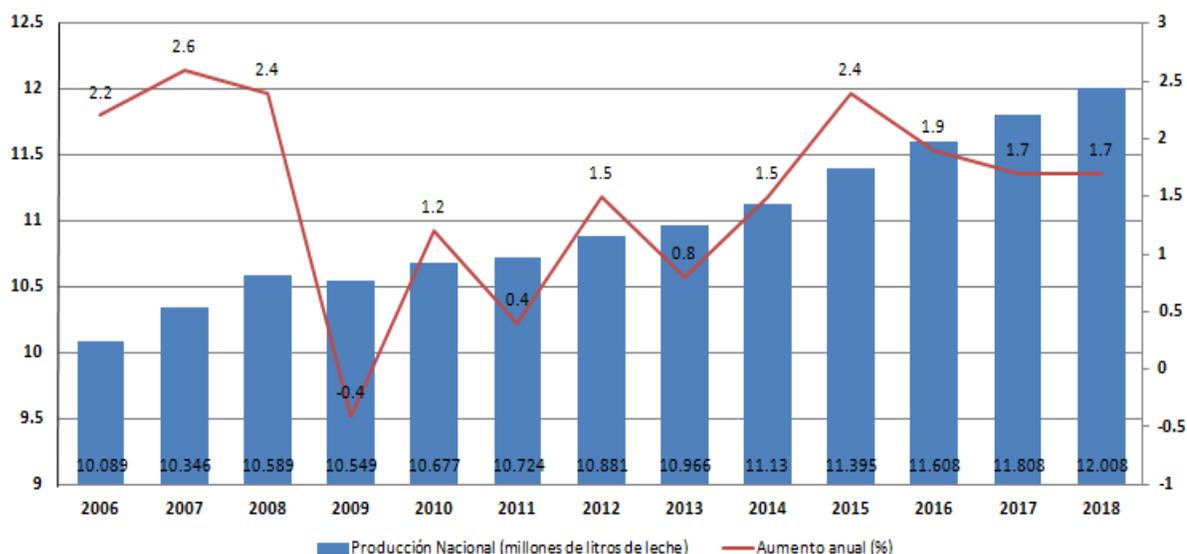
promedios y a los principales países desarrollados, como es el caso de China, India y otros países de Asia (Secretaría de Economía, 2012).

## b) Importancia de la leche a nivel Nacional

En México la industria de productos lácteos es la tercera actividad más importante dentro de la rama de la industria de alimentos y depende de la disponibilidad de la leche nacional y su crecimiento. Otros factores que han permitido dicho crecimiento en la producción han sido la consolidación y expansión de las principales empresas lecheras nacionales y las organizaciones de productores, logrando así un incremento de la participación en el mercado de productos terminados (SAGARPA, 2017).

Según cifras del Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) durante el período 2006-2018 la producción nacional de leche de bovino ha tenido una tasa media de crecimiento de 1.5% (Cámara Nacional de Industriales de la Leche [CANILEC], 2018).

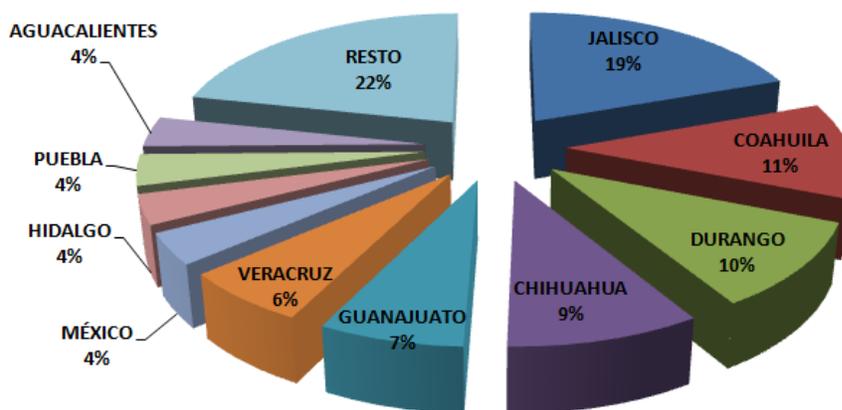
Esta producción, así como el crecimiento referido, pueden observarse a continuación en la Figura 1.



**Figura 1.** Producción Nacional de Leche Fluida (Millones de Litros) en el periodo comprendido entre 2006-2018 (CANILEC, 2018).

En México, la producción lechera se desarrolla en todo su territorio, pero durante el año del 2017 se concentró en cuatro estados principalmente, los que contribuyeron conjuntamente con el 50% de la producción nacional en este año

(entre estos estados destacan Jalisco, Coahuila, Durango y Chihuahua). Durante el 2017 la participación de los estados dentro de la producción nacional de leche se encontraba distribuida como se muestra en la Figura 2 (CANILEC, 2018).



**Figura 2.** Participación en la producción de leche por estado durante el año 2017 (CANILEC, 2018).

### 1.2.2. Consumo de leche

En el periodo comprendido, entre 2010 y 2017 el consumo nacional de leche fluida bajo de 5,167 a 4,186 miles de toneladas de litros al año y se mantuvo relativamente constante hasta 2017, como puede observarse en la Tabla 2, mientras que la producción de derivados lácteos presentaba un aumento (SAGARPA, 2017).

Tabla 2. Consumo de leche fluida (Miles de toneladas)	
Año	Consumo
2010	5,167
2011	4,100
2012	4,168
2013	4,160
2014	4,180
2015	4,185
2016	4,183
2017	4,186

Fuente. SAGARPA (2017). "Boletín de leche".

Esta disminución en el consumo de la leche se debe a diferentes factores, no solo es cuestión de precio o de ingresos, entre las causas principales se encuentra el aumento en el consumo de productos lácteos como fuentes alternativas de leche, o en caso contrario, el consumo de productos no lácteos resultado de modas y tendencias por buscar productos “mas nutritivos” (Franco, 2017), siendo la leche víctima del cambio en los estilos de vida así como diferentes gustos que la población ha adquirido; esto afecta directamente a la actividad económica del país y es por ello que constantemente se buscan alternativas o variaciones en la presentación que interesen a la población para que vuelva a consumir leche así como variedad de productos lácteos (Notimex, 2018).

La actividad lechera en México representa la segunda de mayor importancia dentro del subsector ganadero, con 22.8% del valor de la producción y es una de las principales fuentes de suministro de proteína animal dentro del país, aunque el consumo aparente per cápita es de 324mL, inferior a los 500mL recomendados por la OMS (SAGARPA, 2017).

### **1.2.3. Producción de productos lácteos**

De la producción nacional el 66% aproximadamente es destinado a la industrialización. La elaboración de productos lácteos participa con 10% del Producto Interno Bruto de la agroindustria del país. Por su valor, los principales productos de la industria de la leche y sus derivados son: leche pasteurizada y ultra pasteurizada, quesos, yogurt y leche entera en polvo y para lactantes. Es importante mencionar que la leche en polvo es el producto lácteo de importación más importante; en el 2016, 90% de las compras de este tipo de leche se hicieron a Estados Unidos. Cabe destacar que México es el principal destino de las exportaciones estadounidenses de productos lácteos, con una participación del 2%.

Es por ello que para el 2017, se esperaba que la producción nacional de leche aumentara 1.7%, que el consumo se incrementara en 2.8%, y a su vez que las importaciones crecieran 6.8% con respecto al año anterior (Darío, 2017).

### **1.2.4. Consumo de productos lácteos**

Se estimó que para el año 2017 se llegarían a producir 11 mil 804 millones de litros, lo cual significa un incremento de 1.7% respecto del año anterior. Ya que en

diciembre de 2016, solo se produjeron 11 mil 607 millones 493 mil litros de leche, es decir, poco más de 32 millones de litros por día (SAGARPA, 2016).

Al concluir noviembre de 2016, la elaboración de derivados y fermentos lácteos como quesos, crema y yogur alcanzó un volumen de 751 mil 370 toneladas, con un valor de 28 mil 830 Millones de Pesos (MDP). Por su parte, la industria de quesos produjo 342 mil toneladas con un valor en el mercado de 15 mil 823 MDP (SAGARPA, 2016).

Se cree que el aumento en la producción de productos lácteos se encuentra asociado al comportamiento de la demanda por los consumidores, así como en la preferencia que tienen algunos segmentos de la población por ciertos productos y principalmente a la estabilidad económica en general (SAGARPA, 2017).

### **1.3. Conservación de la leche**

Los productos lácteos tienen diferentes grados, capacidades y necesidades de conservación. La capacidad de conservación afecta por igual a la calidad y seguridad de los mismos. Se puede decir que, a excepción del queso y de las leches en polvo, las cuales están diseñadas para ser almacenadas durante largos períodos, casi todos ellos son productos perecederos que deben ser conservados rigurosamente en frío.

Por regla general los métodos de conservación empleados en la industria láctea se centran en la pasteurización (control bacteriano mediante *High Temperature/Short Time* [HTST]), el control de la temperatura (control de los procesos enzimáticos mediante la vigilancia de la cadena del frío) y en el diseño de envases (control físico que garantice la atmósfera interior y su hermeticidad). Es importante mencionar que durante algunos de los tratamientos térmicos utilizados, la leche puede sufrir cambios de color debido a reacciones de caramelización y Maillard adquiriendo una tonalidad menos blanca, sin embargo, en el caso de la pasteurización y homogenización, se observan cambios en las moléculas de proteína y grasa confiriéndole coloración más blanca (Badui, 2013).

Algunos avances en la conservación de productos lácteos conllevan el envasado en atmósferas de CO<sub>2</sub>, el cual ha demostrado ser muy eficiente en algunos casos, por ejemplo: quesos rallados, leche en polvo, mantequillas, yogures, leches fermentadas, natillas, por mencionar algunos (Escuela Centroamericana de Ganadería, 1999). Las leches, cremas, yogurt y helados se ofrecen debido a estas razones en conservas convenientemente envasadas y se encuentran en las zonas refrigeradas.

A continuación se describen algunos de los métodos más utilizados para la conservación de la leche y sus derivados.

### **1.3.1. Pasteurización**

Es un proceso que consiste en el tratamiento térmico relativamente suave de líquidos los cuales generalmente son alimentos, sometidos a temperaturas inferiores a 100°C (Fellows, 2000), con el objetivo de disminuir las poblaciones de microorganismos tales como bacterias, mohos y levaduras, entre otras, que puedan existir, hasta niveles que no causen intoxicaciones alimentarias (tomando en cuenta que el producto pasteurizado se ha refrigerado correctamente y que es consumido antes de la fecha de caducidad) (Belitz & Grosch, 2009).

Además puede definirse como el proceso por el cual es posible destruir los microorganismos patógenos, es decir, aquellos que causan enfermedades al consumidor, mediante la aplicación de calor a temperaturas suficientes para aniquilar este tipo de microorganismos sin alterar los componentes de la leche (Judkins, 1962).

Para realizar la pasteurización se pueden aplicar tres combinaciones de tiempo-temperatura (Desrosier, 1983).

- Pasteurización Baja: 62-65°C / 30min.
- Pasteurización Alta: 71-72°C/ 15-40s.
- Pasteurización Flash: 85-90°C/ 1-2s.

### **1.3.2. Proceso de UHT (*Ultra High Temperature*)**

El proceso UHT es un flujo continuo en el cual se mantiene la leche a temperatura superior más alta que la empleada en el proceso HTST y puede rondar los 138°C durante un periodo de al menos dos segundos. Debido a este periodo de exposición, aunque breve, se produce una mínima degradación del alimento (Fellows, 2000).

### **1.3.3. Cadena de frío**

La cadena de frío es un sistema formado por cada uno de los pasos que constituyen, el proceso de refrigeración o congelación necesario para que los alimentos perecederos o congelados lleguen de forma segura al consumidor.

Incluye todo un conjunto de elementos y actividades necesarias que permiten garantizar la calidad y seguridad de un alimento, desde su origen hasta su consumo. Se denomina "cadena" porque está compuesta por diferentes etapas o eslabones. Si alguno de los puntos de la cadena de frío llegara a verse comprometido, toda ella se vería afectada perjudicando la calidad y seguridad del producto (Fellows, 2000).

#### **1.4. Procesamiento de la leche**

Una de las consideraciones más importantes en la producción de leche y sus derivados es la calidad higiénica, pues debido a su alto contenido en nutrientes es un medio muy viable para la reproducción de microorganismos, entre los que se encuentran los que son patógenos, por eso, hoy día, las industrias deben implantar rigurosas prácticas y metodologías que eviten contaminaciones microbiológicas y de materiales extraños, que afecten la salud del consumidor y/o la calidad del producto; asimismo, es conveniente que el consumidor final desarrolle conocimiento acerca de cómo identificar productos no recomendables para ser ingeridos (FAO, 2015).

Los procesadores de leche elaboran una amplia gama de productos lácteos, los cuales se clasifican como se muestra en la Figura 3.

Por otra parte, la Figura 4 muestra el diagrama de proceso para el tratamiento de la leche, el cual se realiza con la finalidad de entregar al consumidor un producto inocuo, saludable y el cual no represente un riesgo para la salud (Escuela Centroamericana de Ganadería, 1999).

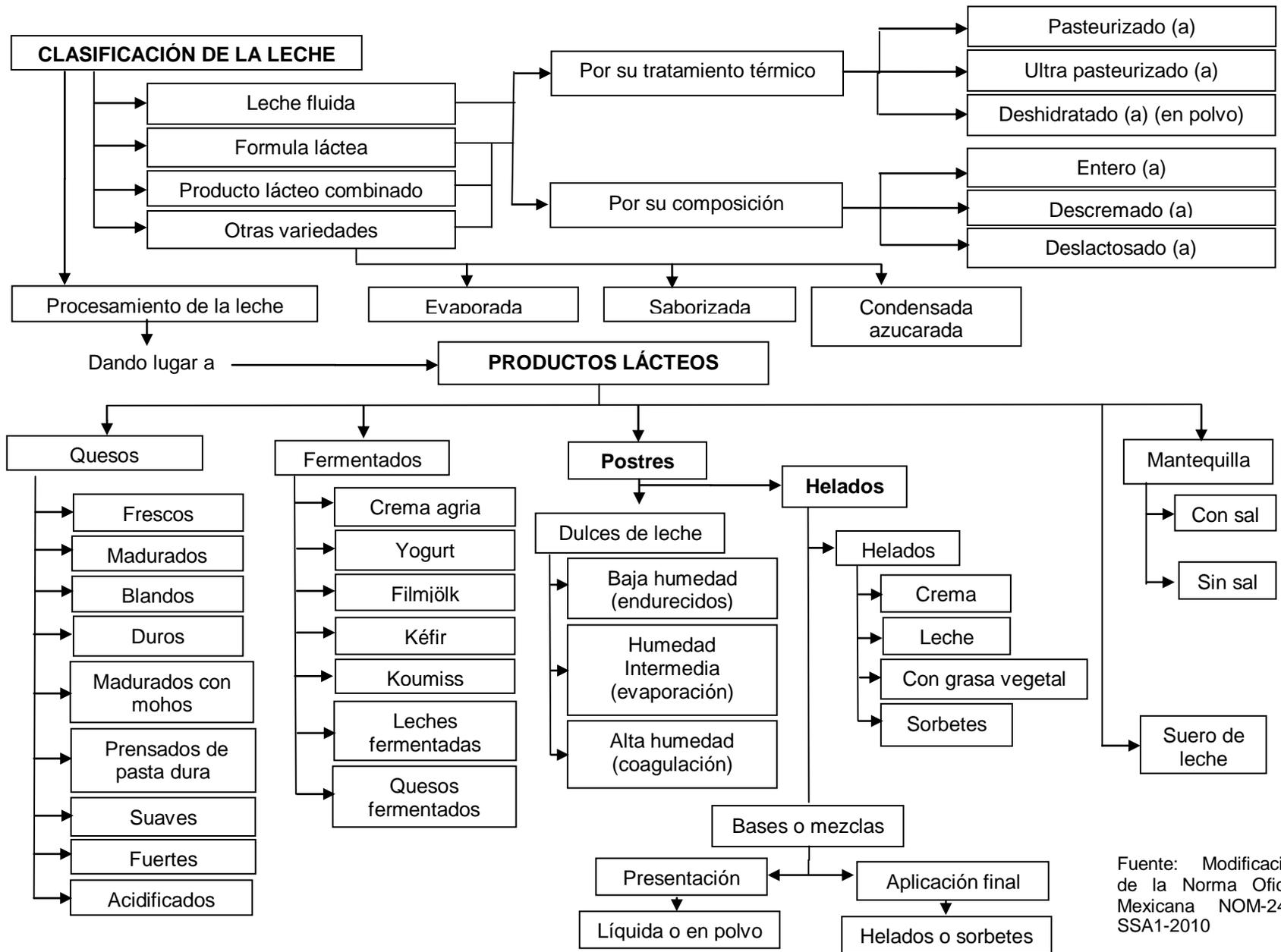
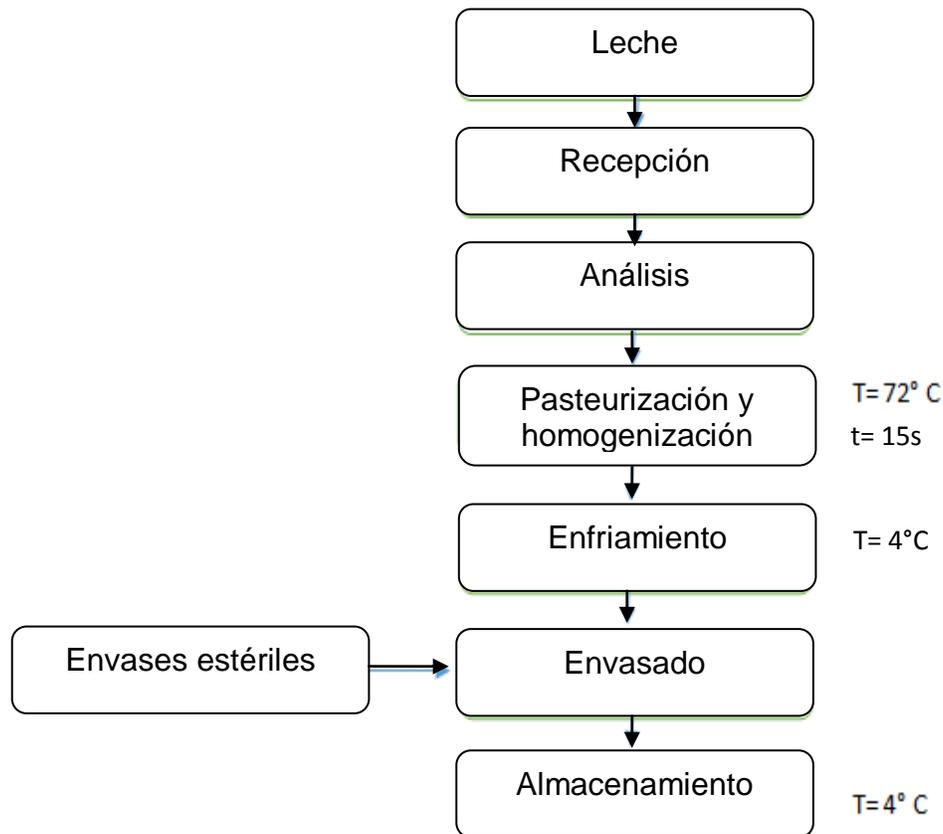


Figura 3. Clasificación de los productos lácteos

## DIAGRAMA DE FLUJO DE LA LECHE CRUDA



**Figura 4.** Diagrama de proceso para el tratamiento de la leche cruda recién ordeñada (Escuela Centroamericana de Ganadería, 1999).

### 1.4.1 Productos a base de leche (productos lácteos)

Se denomina producto lácteo a todo aquel que se obtiene mediante cualquier tipo de procesamiento de la leche; pueden contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración (FAO y OMS, 2011).

En México los productos lácteos como son los quesos y los yogurts, así como las leches industrializadas: pasteurizada, ultra pasteurizada y en polvo, ocupan los primeros lugares de comercialización manifestando una tendencia hacia el abastecimiento de las zonas urbanas, ya que estas poseen vías de comunicación accesibles y concentran grupos con niveles de ingreso más altos que pueden adquirirlos, en contraste con las zonas no urbanas, donde el consumo de lácteos se limita principalmente a leche bronca y productos artesanales (FAO, 2015).

## **1.5. Helado como derivado lácteo**

El helado como un subproducto lácteo tiene gran aceptación entre los consumidores ya que proporciona nutrientes de excelente calidad y pueden formar parte de una dieta saludable siempre y cuando se les consuma ocasionalmente y en porciones moderadas (Timm, 1985).

Una de las posibles clasificaciones para los productos lácteos es aquella enfocada en helados y sorbetes; categoría que a su vez tiene otra clasificación dependiendo las características propias del producto (NOM-243-SSA1-2010).

### **1.5.1. Definición de helado**

Un helado es aquel alimento producido mediante la congelación con o sin agitación de una mezcla pasteurizada compuesta por una combinación de ingredientes lácteos pudiendo contener grasas vegetales, frutas, huevo y sus derivados, saborizantes, edulcorantes y otros aditivos, si está empalillado se considera un producto denominado paleta (NOM-243-SSA1-2010).

También es considerado como una preparación alimenticia la cual ha sido llevada a un estado sólido, semisólido o pastoso por una congelación simultánea o posterior a la mezcla de las materias primas utilizadas, las cuales deben mantener su grado de plasticidad y congelación hasta el momento de su venta a los consumidores (Consejería de economía, innovación, ciencia y empleo, 2013).

### **1.5.2. Historia del helado**

Es difícil establecer cuál es el origen del “helado” puesto que con el paso del tiempo el concepto del producto ha sufrido sucesivas modificaciones en la medida del avance tecnológico, de la generalización de su consumo y de las exigencias de los consumidores hacia dicho producto (Urbano y Caicedo, 2013).

Se cuenta que el Emperador Romano Nerón enfriaba jugos de fruta, así como vinos con hielo o nieve traídos de las montañas albanas por sus esclavos, los cuales consumía como manjar exquisito mezclados con agua de rosas y miel. En la edad media, en las cortes árabes se preparaban productos azucarados con frutas y especias enfriadas con nieve (sorbetes).

Marco Polo en el siglo XIII al regresar de sus viajes del Oriente trajo consigo varias recetas de postres helados utilizados en Asia durante cientos de años, los cuales se implementaron con cierta popularidad en las cortes italianas. En el año

1660, el siciliano Francisco Procope abre en París un establecimiento donde alcanzó gran fama con sus helados. El rey Luis XIV solicitó que lo llevaran a su presencia con la finalidad de felicitarlo por su producto. Es por ello que se puede considerar que este establecimiento fue la primera heladería existente (Morales y Ramírez, 2015).

Un gran descubrimiento en esta industria fue el descenso crioscópico (descenso de la temperatura de solidificación) así como de las salmueras (soluciones de sal) las cuales permitían que utilizando un balde rodeado con una mezcla de hielo y sal o de agua y sal a bajas temperaturas, se congelaran batiendo bebidas y jugos de frutas azucarados dando lugar a los primeros helados de textura algo cremosa (Timm, 1985).

El helado en sus orígenes no era un producto lácteo, sino más bien frutal; pero con el correr del tiempo, los derivados lácteos comienzan a utilizarse en pequeñas proporciones y luego de forma masiva a tal punto que hoy en día los helados y cremas tienen como constituyentes básicos en la mayoría de los casos, la leche y la grasa. Es por ello que actualmente a los helados se les conoce como “El gran Postre Norteamericano” (Spinetto, 2009).

### 1.5.3. Clasificación de los helados

Algunos autores reconocen la clasificación de los helados de acuerdo a su contenido de grasa como se muestra en la Tabla 3

Tabla 3. Clasificación del helado por su contenido de grasa	
Tipo de helado	Contenido de grasa
Normal	8 – 14%
Premium	14 – 17%
Súper Premium	15 – 18.5%

**Fuente.** Cenzano, I. (2003). “Elaboración, Análisis y Control de Calidad de los Helados”.

No obstante, se puede clasificar al grupo de helados según los ingredientes de los cuales están elaborados, estos se dividen en helados de crema, de leche, de grasa vegetal, sorbetes y bases para helados y sorbetes (NOM-243-SSA1-2010).

Esta clasificación se deriva de las características de cada variedad de helado, así como su composición e ingredientes empleados en su elaboración (Consejería de economía, innovación, ciencia y empleo, 2013) y es la clasificación reconocida por

la normatividad vigente (NOM-243-SSA1-2010), de esta forma el helado se puede clasificar como se muestra en la Tabla 4.

<b>Tabla 4. Clasificación de los helados de acuerdo a los ingredientes empleados</b>		
<b>Tipo de helado</b>	<b>Ingrediente principal</b>	<b>Características</b>
Helado de crema (crema helada)	Elaborado a base de leche adicionado con crema de leche.	Sólidos no grasos leche: Mín. 6% Materia grasa de leche: Mín. 6%
Helado de leche	Elaborado a base de leche entera.	Sólidos no grasos leche: Mín. 6% Materia grasa de leche: Mín. 3%
Helado de leche descremada	Elaborado a base de leche descremada.	Extracto seco: Mín. 6% Materia grasa de leche: Max. 2.0%
Helado de agua (Sorbete)	Elaborado a base de agua	Extracto seco: Mín. 20% Materia grasa de leche: Max. 1.5%
Helado con grasa no láctea	La grasa de leche es sustituida por otras de origen vegetal.	Sólidos no grasos leche: Mín. 6% Materia grasa: Min 6% (vegetal)
Helado mantecado	Elaborados a base de huevo, productos lácteos y azúcar	Yema de huevo para elaboración: Mínimo 1.5%

**Fuente.** Bartolo, E. (2005). “Guía para la elaboración de helados”.

#### **1.5.4. Definición de base de helado**

Se define como bases o mezclas para helados a la emulsión cuya composición se ajusta al helado, según sea el caso, pudiendo presentarse en forma líquida, concentrada o en polvo (NOM-243-SSA1-2010).

#### **1.5.5. Formulación para bases de helado**

Con base en la definición proporcionada por la NOM-243-SSA1-2010, donde la base es aquella cuya composición se ajusta al helado, se deduce que la base de helado sigue la misma elaboración empleando los mismos ingredientes consistiendo solamente en un producto donde no se agrega el batido, aumentos en volumen y congelamiento que daría lugar al helado. De esta manera se llegó a la conclusión de emplear los mismos ingredientes que en el caso de un helado.

En el caso de estos ingredientes es necesario mencionar que se dividen en dos grandes grupos: materias primas y aditivos.

### **a) Materias primas**

Se le llama materia prima a todos aquellos constituyentes esenciales que se utilizan para elaborar helados (Bartolo, 2005).

Entre estas, pueden emplearse las siguientes en la elaboración de bases de helado.

- Leche y derivados lácteos
- Grasas comestibles
- Huevos y sus derivados
- Azúcares alimenticios y miel
- Chocolate, café, cacao, vainilla, cereales, etc.
- Frutas y sus derivados, zumos de frutas naturales y concentrados, etc.
- Almendras, avellanas, nueces, turrone, frutos secos, etc.
- Bebidas alcohólicas
- Proteínas de origen vegetal
- Agua potable
- Otros productos alimenticios

### **b) Aditivos**

Los aditivos son sustancias que se añaden a los alimentos con el propósito de modificar algunas de sus características, métodos de elaboración, apariencia, conservación, etc., sin cambiar sus propiedades nutritivas (Bartolo, 2005).

A su vez, los aditivos pueden clasificarse según su uso:

- Aditivos capaces de modificar las características organolépticas tales como colorantes, agentes aromáticos, resaltadores de sabor, edulcorantes artificiales, etc.
- Aditivos que mantienen o mejoran el aspecto físico los alimentos como estabilizantes, emulsionantes, espesantes, gelificantes, humectantes, etc.
- Aditivos que evitan el deterioro químico como conservantes, antioxidantes, etc.
- Aditivos como mejoradores de las propiedades del alimento como reguladores de pH.

### **1.5.6. Funcionalidad de los ingredientes empleados**

- **Agua**

Es el medio en el que todos los ingredientes se disuelven o dispersan. Durante la congelación y el endurecimiento, la mayor parte del agua se convierte en hielo (Clarke, 2005). Si es utilizada para equilibrar la mezcla, una porción más grande de leche en polvo debe agregarse como suministro de sólidos lácteos no grasos que normalmente provienen de la leche fluida (Goff & Hartel, 2013).

- **Leche en polvo**

Las proteínas provenientes de la leche en polvo ayudan a dar cuerpo y una textura suave al helado, actuando como emulsionantes, estabilizantes, espumantes y agentes de batido propiciando la emulsión de la grasa, formación de espuma, estabilidad de las burbujas de aire y mejorando la viscosidad de la mezcla base para el helado (Goff & Hartel, 2013).

Por otra parte la leche en polvo aporta a la mezcla sólidos totales en forma de lactosa, la cual brinda un ligero sabor dulce a la mezcla e interviene en el punto de congelación de la misma, al igual que el resto de los azúcares, no obstante debe controlarse su uso para evitar un defecto arenoso en el paladar al consumir el producto final (Bartolo, 2005).

- **Azúcar**

El azúcar añade dulzor y reduce el punto de congelación de la mezcla, de manera que al congelarse no se endurezca. El azúcar empleado puede ser de caña, o bien, dextrosa del jarabe de maíz (Procuraduría Federal del Consumidor [PROFECO], 2001).

La sacarosa es el azúcar más utilizado en los helados, llegando a representar el 80% del total de azúcares de la mezcla. El máximo grado de solubilidad de la sacarosa en agua a 20°C es del 65%. Si se supera este porcentaje, el excedente se precipita y cristaliza (Bartolo, 2005).

Durante el proceso de mantecado del helado (congelamiento y solidificación de la mezcla) la concentración de azúcar aumenta precipitándose en forma de cristales. “Cuanto más tiempo tarde el proceso de congelado, más grandes serán los cristales y darán origen al defecto de arenosidad en el paladar” (Bartolo, 2005).

- **Grasa**

La grasa juega un papel esencial en el helado, ya que disminuye el derretimiento, estabiliza y promueve la incorporación y dispersión de aire, incrementa la viscosidad, imparte el aroma y favorece la formación de cristales de hielo debido a su acción como barreras mecánicas al depósito de moléculas de agua en los cristales de hielo (Bolliger, Goff & Tharp, 2000).

En la fabricación de helados se pueden usar grasas comestibles más baratas en sustitución de la grasa de origen lácteo como la crema y la manteca. Dentro de estas grasas comestibles están los aceites (líquidos a temperatura ambiente), grasa vegetal (estado sólido a temperatura ambiente) y grasa animal (sólida a temperatura ambiente incluyendo sebos y manteca de origen animal); este último grupo no es recomendable ya que incorpora un sabor propio que puede ser desagradable (Bartolo, 2005).

- **Jarabe de Maíz**

El uso de este ingrediente en la industria de helados se ha difundido ampliamente debido a sus propiedades funcionales que se resumen de la siguiente manera: el jarabe de maíz es una fuente de sólidos edulcorantes para obtener la cantidad de sólidos totales deseada, disminuye el dulzor de la mezcla por lo que resalta su sabor natural, ayuda en la formación de finos cristales de hielo otorgando una textura suave y agradable y disminuye el punto de congelamiento de la mezcla para evitar la formación de cristales de hielo que generen una sensación arenosa en el paladar (Pottí, 2013).

- **Emulsificantes**

Los tipos de emulsionantes más extensamente empleados en la elaboración de helados son los mono-di glicéridos de ácidos grasos. Estos se obtienen haciendo reaccionar las grasas (triglicéridos) con glicerina.

El ingrediente funcional de los mono-di glicéridos es el 1-monoglicérido, que consta de una parte hidrófila (glicerina) y de una cadena lipófila de ácido graso. En una mezcla grasa/agua, el monoglicérido se colocara, durante el proceso, en la capa interfacial entre ambas, orientando la parte de glicerina hacia la fase acuosa y la cadena de ácido graso hacia la fase grasa. Esto reduce la tensión superficial e impide la floculación de los glóbulos de grasa, evitando así la separación de las dos fases.

La funcionalidad de los emulsificantes se puede resumir de la siguiente manera: mejora la dispersión de la grasa, controla la aglomeración y coalescencia de la grasa, facilita la incorporación de aire, confiere una textura y consistencia más fina y suave y mejora las propiedades de derretido (Basurto, 2001).

- **Estabilizantes**

Los estabilizantes son productos que se hidratan cuando se añaden al agua. Durante este proceso las moléculas mas grandes de estabilizante se disgregan y se disuelven. Esto lleva a la formación de enlaces o puentes de hidrogeno que a través de todo el liquido forma una red, reduciendo así la movilidad del agua restante no enlazada. Cuando se trabaja con estabilizantes, estos efectos son fácilmente observables, ya que estos imparten una alta viscosidad o, incluso, forman un gel.

La funcionalidad de los estabilizantes se puede resumir de la siguiente manera: aumenta la viscosidad de la mezcla, facilita la incorporación de aire y la distribución de las células de aire mejorando el cuerpo y textura y ayuda a las propiedades de fusión y derretido (Basurto, 2001).

El objetivo de los emulsificantes y estabilizadores es dar suavidad, cuerpo y textura en los helados, retardando o reduciendo el crecimiento de cristales de hielo durante el almacenamiento, especialmente durante los periodos de fluctuación, impartiendo uniformidad y resistencia al derretimiento (Spinetto, 2009). Otras investigaciones señalan que los estabilizantes tienen impacto en la distribución inicial de los cristales de hielo en el helado y en el crecimiento de estos durante las etapas de congelación y endurecimiento (Posada, Sepúlveda y Restrepo, 2012).

- **Inulina**

En los postres congelados, la inulina permite remplazar hasta el 100% de las grasas, esto se basa en la formación de partículas de gel al entrar en contacto con el agua y que “en boca” presenta una textura muy similar a la grasa (Pottí, 2017).

Esto brinda la sensación bucal de textura, cremosidad y suavidad, con muy pocas calorías y sin colesterol (Pottí, 2017). Provee una textura idéntica al producto tradicional, excelentes propiedades fundentes y estabilidad durante el proceso de congelado-descongelado, desciende el punto de congelación y no interfiere en el proceso de captación de aire (Villacís, 2010).

- **Maltodextrina**

La Maltodextrina Resistente a la Digestión (MRD) está compuesta por fibra en más de un 90 por ciento, y se utiliza para enriquecer el contenido en fibra de distintos alimentos. También se usa para reducir el contenido de azúcar y valor calórico, ya que puede sustituir con frecuencia al azúcar (Calorie Control Council, 2018). Su principal función consiste en incrementar el volumen de los productos (Rábago, 2014).

Los estudios indican que la MRD, ingerida con la comida, puede atenuar la subida de glucosa sérica que se produce en la sobremesa. La MRD puede reducir los picos de nivel de glucosa en sangre e insulina después de las comidas, siempre que se encuentren en el rango normal para individuos sanos. Además, los estudios muestran que la MRD no altera la glucosa estable en sangre o los niveles de insulina sanos y habituales (Calorie Control Council, 2018).

En diversas aplicaciones como panificación y helados, se ha demostrado que la maltodextrina contribuye a la mejora de texturas y sensación bucal “mouthfeel” (Nicklas, O’neil, Liska & Almeida, 2011).

En la elaboración de helados y postres congelados es útil en la reducción de grasa, reducción de azúcar, además de que ayuda en la mejora de la textura y sensación bucal (Rábago, 2014).

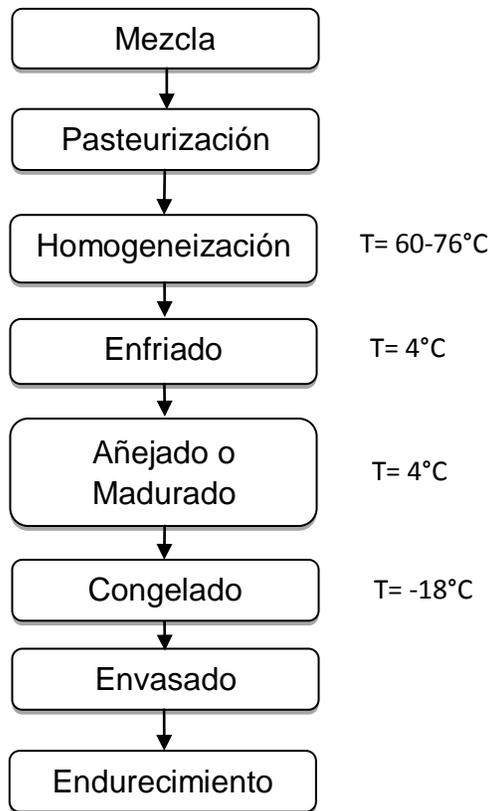
- **Conservadores**

Benzoato de Sodio y Sorbato de Potasio. Se suelen utilizar en combinación y son empleados como conservadores de la mezcla.

## **1.6. Proceso de elaboración del helado**

En la Figura 5 se muestra el diagrama de proceso para la elaboración de helado con las etapas requeridas para obtener un producto de calidad y del agrado de los consumidores.

La primera etapa consiste en realizar una mezcla de los ingrediente, está preparación dependerá de la clase de ingredientes y de las operaciones por seguir.



**Figura 5.** Diagrama de proceso de la elaboración de helados (Cenzano, 2013).

Posteriormente se tiene que realizar una pasteurización, la cual consiste en calentar rápidamente la mezcla a una temperatura dada, mantenerla a esa temperatura durante un cierto tiempo y enfriarla rápidamente. Dos son los principales sistemas de pasteurizado: el discontinuo tipo batch y el continuo de altas temperaturas y tiempos cortos (H.T.S.T.). En el caso del sistema batch la mezcla se calienta hasta llevarla a una temperatura de 69 – 71°C y se le mantiene durante 30 minutos. En mezclas de helado generalmente se utiliza un sistema de altas temperaturas y cortos tiempos donde la mezcla se lleva rápidamente a una temperatura de 80°C mientras esta se mantiene constante durante 25 segundos (Belitz & Grosch, 2009). Al realizar la pasteurización se logra destruir todos los microorganismos patógenos eliminando el 90% de los microorganismos presentes en la mezcla (Celis y Juárez, 2009).

Durante la homogeneización se dividen los glóbulos de grasa en partículas extremadamente pequeñas y de un tamaño uniforme. Uno de los principales propósitos es obtener una suspensión uniforme y permanente de la grasa reduciendo el tamaño de los glóbulos a un diámetro muy pequeño, no más de 2 micrones. Logrando así que la grasa no se separe formando una capa superior, se obtiene una textura más suave, mayor cuerpo, con formación de manteca en el

congelador, menor período de madurado y reducción de cantidad de estabilizante (Cenzano, 2003).

La temperatura para realizar la homogeneización va de 60 a 76°C, no es conveniente trabajar por debajo de estas temperaturas pues se corre el peligro de que los glóbulos de grasa se aglomeren, se incremente la viscosidad y se aumente el tiempo de congelación (Morales y Ramírez, 2015).

Durante la etapa de enfriamiento, la mezcla luego de pasar por el homogeneizador, debe ser enfriada rápidamente a una temperatura de 4°C o menor, las temperaturas por debajo de los 4°C permitirán retardar el crecimiento de microorganismos (Cenzano, 2003).

En el añejado o madurado la grasa se solidifica, las proteínas pueden cambiar levemente su comportamiento, la viscosidad aumenta. El tiempo de añejado puede variar, desde 4 horas hasta 24 horas. Los tiempos altos se recomiendan para mezclas que tienen alto contenido graso. Esta etapa ayuda a que la textura del helado mejore, cuerpo, resistencia al derretimiento y mejorar su capacidad de incorporar aire (Morales y Ramírez, 2015).

El congelado de la mezcla es una de las operaciones más importantes en la fabricación del helado, de ella dependerá la calidad, aceptabilidad y cantidad del producto terminado. Durante el proceso de congelamiento se llega a incorporar aire a la mezcla ya sea por el batido o directamente por inyección del mismo, de esta manera se obtiene un aumento de volumen sobre el original de la mezcla (mejor conocido como overrun). Una vez congelada la mezcla se procede a envasarla puesto que el helado está aún bastante blando. Debe ser envasado y ultra congelado rápidamente para no producir deformaciones o pérdidas de volumen, evitando alterar su textura original (Morales y Ramírez, 2015).

## **1.7. Alimentación saludable**

En nuestro país la alimentación tiene grandes contrastes. La desnutrición infantil ha disminuido, pero aún existe, y la prevalencia de anemia es alta. En oposición, ha surgido una epidemia de obesidad y otras enfermedades crónicas relacionadas con la alimentación, como diabetes, aterosclerosis, hipertensión arterial y ciertos tipos de cáncer, sobre todo en la población adulta.

Comemos alimentos para que el organismo tome de ellos los compuestos, y de éstos, los nutrientes. Como no hay alimentos completos, debemos combinarlos entre sí. La dieta debe ser completa, variada, suficiente, equilibrada, adecuada (Sánchez, 2008).

### **1.7.1. Enfermedades relacionadas al consumo de productos procesados**

La OMS menciona que la dieta y la nutrición son muy importantes para promover y mantener la buena salud a lo largo de toda la vida. Está bien establecida su función como factores determinantes de enfermedades no transmisibles crónicas, y eso los convierte en componentes fundamentales de las actividades de prevención. Entiéndase enfermedad crónica a toda aquella enfermedad de larga duración y por lo general de progresión lenta.

Asimismo, las enfermedades crónicas se considera que están relacionadas con el régimen alimentario y la nutrición y representan la mayor carga para la salud pública, ya sea por su costo directo para la sociedad y el gobierno o por su impacto en años de vida ajustados en función de la discapacidad (Años de Vida Ajustados por Discapacidad [AVAD]). Esas enfermedades incluyen la obesidad, la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la osteoporosis y las enfermedades dentales notándose un aumento de forma alarmante de las personas que las padecen en todo el mundo (OMS, 2005).

La OMS también menciona que han calculado que, en 2001, las enfermedades crónicas causaron aproximadamente un 60% del total de 56,5 millones de defunciones notificadas en el mundo y un 46% de la carga mundial de morbilidad., previendo que la proporción de la carga de ENT aumente a un 57% para 2020. Casi la mitad del total de muertes por enfermedades crónicas son atribuibles a las enfermedades cardiovasculares; la obesidad y la diabetes también están mostrando tendencias preocupantes, no sólo porque afectan ya a una gran parte de la población sino también porque han comenzado a aparecer en etapas más tempranas de la vida (OMS, 2017).

### **1.7.2. Problemática con el consumo de productos dulces**

La diabetes es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce (OMS, 2017).

La insulina, por su parte, es una hormona que regula la concentración de azúcar en la sangre. El efecto de la diabetes no controlada es la hiperglucemia (aumento del azúcar en la sangre), la cual daña gravemente muchos órganos y sistemas, especialmente los nervios y los vasos sanguíneos (OMS, 2017).

### **1.7.3. Situación actual referente a enfermedades por ingesta de azúcares**

En 2014, el 8.5% de los adultos (18 años o mayores) tenía diabetes. En 2015 fallecieron 1,6 millones de personas como consecuencia directa de la diabetes y los niveles altos de glucemia fueron la causa de otros 2,2 millones de muertes en 2012 (OMS, 2017).

Se estima que para el 2015, 98,521 (15%) de las 655,688 defunciones registradas en base a un análisis del 80% de la población (mínimo) de los Estados Unidos Mexicanos se debieron al padecimiento de *Diabetes mellitus*, ocupando el segundo lugar en causas de mortalidad de la población mexicana, solamente superada por enfermedades del corazón (19.6%) (INEGI, 2016).

El número de personas con diabetes ha aumentado de 108 millones en 1980 a 422 millones en 2014.

La prevalencia mundial de la diabetes en adultos (mayores de 18 años) ha aumentado del 4,7% en 1980 al 8,5% en 2014.

La presencia de la diabetes ha aumentado con mayor rapidez en los países de ingresos medianos y bajos.

La diabetes es una importante causa de ceguera, insuficiencia renal, infarto de miocardio, accidente cerebro vascular y amputación de los miembros inferiores.

La sacarosa (azúcar común) es el azúcar más comúnmente utilizado y fuente de glucosa para los consumidores, por ello completamente excluida de la dieta o plan alimenticio de los diabéticos sustituyéndola a su vez por edulcorantes alternativos. Sin embargo es importante saber que la denominación “sin azúcar” no es equivalente a “sin carbohidratos”.

### **1.7.4. Alternativas al consumo de azúcares**

La respuesta por parte de la OMS es el tratamiento de la diabetes además de evitar o retrasar sus consecuencias con dieta, actividad física, medicación y exámenes periódicos para detectar y tratar sus complicaciones.

Según la Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología, se suelen utilizar edulcorantes clasificados como productos nutritivos (que contienen calorías) y no nutritivos (sin calorías) para sustituir el consumo del azúcar por otras sustancias cuya absorción se presenta de diferente forma disminuyendo el aporte glucémico al cuerpo por parte de dicha sustancia (García, Casado y García, 2013).

El término edulcorante, hace referencia a aquel aditivo alimentario que es capaz de mimetizar el efecto dulce del azúcar y que, habitualmente, aporta menor energía. Algunos de ellos son extractos naturales mientras que otros son sintéticos, en este último caso se denominan edulcorantes artificiales. En cuanto a su clasificación global, ante la gran variedad de tipos existentes, los edulcorantes se pueden agrupar en función de su contenido calórico (calóricos o acalóricos), según su origen (natural o artificial) o incluso según su estructura química.

En la Tabla 5 se muestra la clasificación de los edulcorantes:

Tabla 5. Clasificación de los edulcorantes			
<b>Calóricos</b>	Naturales	Azúcares	Sacarosa, glucosa, dextrosa, fructosa, lactosa, maltosa, galactosa y threhalosa, tagatosa, sucromalat.
		Edulcorantes Naturales calóricos	Miel, jarabe de arce, azúcar de palma o de coco y jarabe de sorgo.
	Artificiales	Azúcares modificados	Jarabe de maíz de alta fructosa, caramelo y azúcar invertido.
		Alcoholes del azúcar	Sorbitol, xilitol, manitol, eritritol maltitol, isomaltulosa, lactitol, glicerol.
<b>Acalóricos</b>	Naturales	Edulcorantes naturales sin calorías	Luo Han Guo, stevia, taumatina, pentadina, monelina, brazzeina.
	Artificiales	Edulcorantes artificiales	Aspartame, sucralosa, sacarina, neotame, acesulfame K, ciclamato, neohesperidina DC, alitamo, advantamo.

**Fuente:** García et al. (2013). “Una visión global y actual de los edulcorantes. Aspectos de regulación”.

Como se aprecia en la tabla anterior, uno de los edulcorantes empleados actualmente en la industria de alimentos es la sucralosa, la cual se deriva del azúcar y no aporta calorías, además es 600 veces más dulce que la sacarosa por lo cual se maneja con un grado de sustitución muy pequeño obteniendo el mismo dulzor siendo útil para su incorporación como endulzante en frutas, zumos, productos de pastelería, salsas y jarabes, además se puede utilizar en pacientes diabéticas embarazadas.

Al emplear estos edulcorantes en la elaboración de nuevos productos alternativos para la dieta de los consumidores, es posible desarrollar variaciones de un mismo producto con otras presentaciones como puede ser reducido en azúcares o calorías, disminuyendo el contenido de estos componentes por lo menos en un 25% de su contenido original o inclusive en una mayor disminución<sup>52</sup> como solicita la normatividad vigente (NOM-086-SSA1-1994).

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

---

En este capítulo se describen las actividades, procedimientos, así como las técnicas realizadas con el propósito de resolver el problema y los objetivos que se mencionan a continuación.

### **PROBLEMA**

Elaborar una base de helado para el consumo del público en general que además sea reducida en azúcares para la población que así lo requiera.

### **OBJETIVO GENERAL**

Formular una base de helado reducida en azúcares (libre de sacarosa) utilizando sucralosa como fuente de dulzor y agentes emulsificantes (monoglicéridos [Verol N90]) y estabilizadores [Inulina Nutrali, gomas (guar, arábica) y maltodextrina resistente a la digestión] que confieran las características organolépticas propias del producto y su aplicación final (helado).

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- **Objetivo Particular 1**

Evaluar los parámetros funcionales (calidad y estabilidad) de las 4 bases de helado a través del análisis del porcentaje de derretimiento, tiempo de caída de la primera gota, overrun y tamaño del glóbulo de grasa que presentan los helados obtenidos partiendo de dichas bases para seleccionar aquellas 3 con las cuales se obtenga un helado más estable.

- **Objetivo Particular 2**

Evaluar las formulaciones seleccionadas mediante un análisis sensorial con el propósito de elegir aquella que sea de mayor agrado para un panel de jueces semi entrenados constituido por 16 personas realizando la prueba con helados obtenidos partiendo de dichas formulaciones.

- **Objetivo Particular 3**

Analizar la composición de la base elegida como la mejor en el análisis sensorial, mediante un análisis químico proximal (AQP) con el fin de conocer las propiedades del producto, aplicando las técnicas indicadas en la normatividad vigente.

- **Objetivo Particular 4**

Evaluar la carga microbiana presente en la base de helado mediante un análisis microbiológico del producto (estudiando crecimiento de Coliformes totales y fecales, mohos y levaduras, mesófilos aerobios, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella spp*), con el objeto de asegurar su inocuidad y brindar al consumidor seguridad al ingerirlo, aplicando las técnicas indicadas en la NOM-243-SSA1-2010

- **Objetivo particular 5**

Evaluar la aceptación del helado elaborado con la formulación de la base elegida comparado con la de un helado comercial mediante una prueba sensorial de aceptación a 100 consumidores.

## **2.1. Cuadro Metodológico**

La Figura 6 muestra una representación gráfica de la secuencia experimental que se llevo a cabo en la realización de este proyecto; en esta figura se muestran las actividades preliminares así como las actividades realizadas en cada uno de los objetivos particulares.

**Problema.** Elaborar una base de helado para el consumo del público en general que además sea reducida en azúcares para la población que así lo requiera.

**Objetivo General.** Formular una base de helado reducida en azúcares (libre de sacarosa) utilizando sucralosa como fuente de dulzor y agentes emulsificantes (monoglicéridos [Verol N90]) y estabilizadores [Inulina Nutrali, gomas (guar, arábica) y maltodextrina] que confieran las características organolépticas propias del producto y su aplicación final (helado).

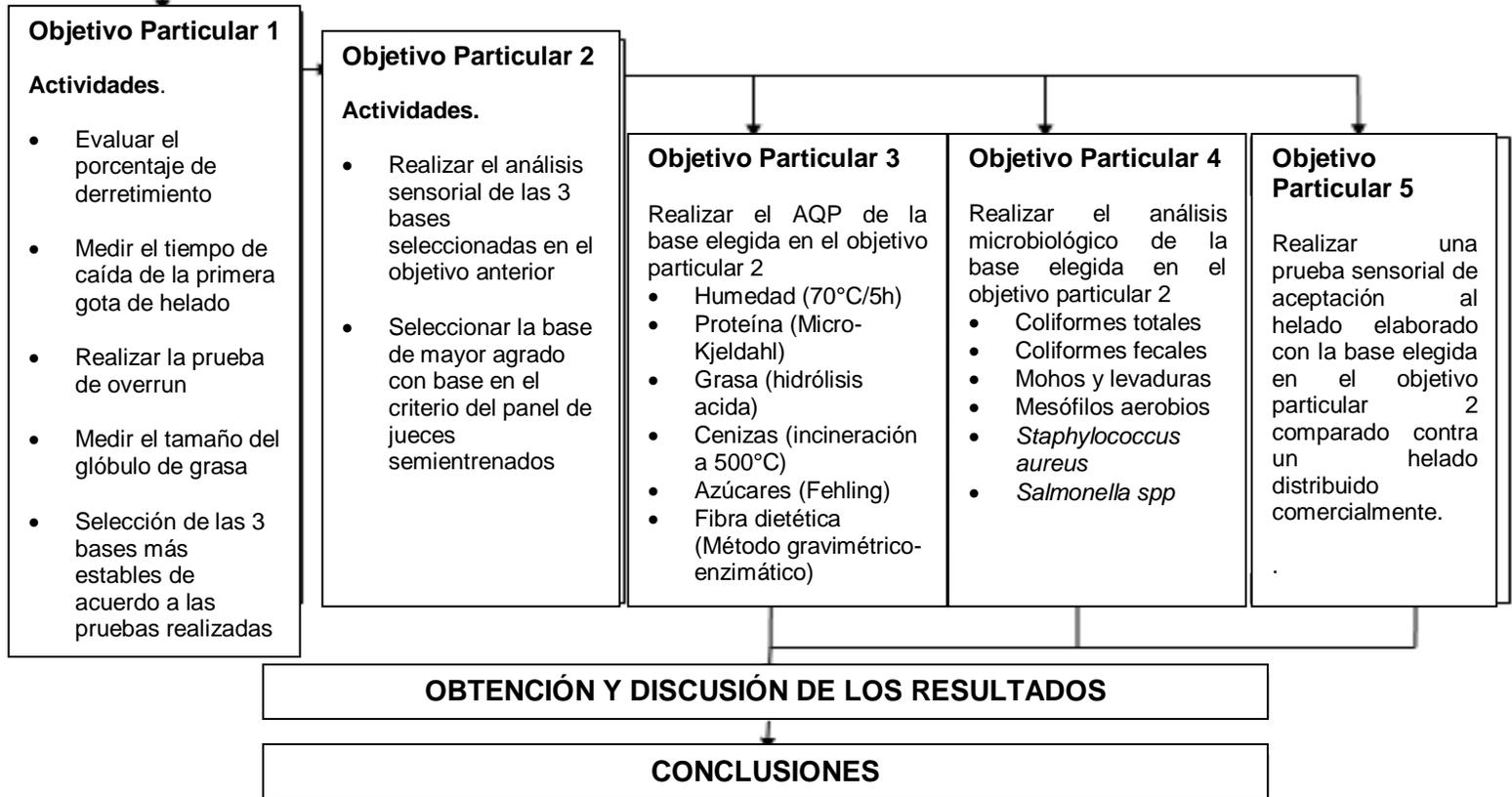
**ACTIVIDADES PRELIMINARES**

Realizar una encuesta sobre tendencias de consumo en helados a 100 consumidores.

Realizar el Análisis Químico Proximal y microbiológico de la leche en polvo (materia prima).

Realizar la capacitación de un panel de jueces semientrenados y la selección de atributos cuantificables en el helado.

Formular 4 bases de helado mediante la modificación de una formulación desarrollada previamente.



**Figura 6.** Cuadro Metodológico

## **2.2. Desarrollo experimental**

En este apartado se describen las actividades realizadas a lo largo del proyecto (iniciando desde las actividades preliminares hasta la experimentación con la base de helado) así como el método seguido en cada una de estas actividades (técnicas empleadas) para el análisis de la materia prima así como de la base de helado elaborada, todo ello con el objeto de determinar parámetros químico proximales, microbiológicos y fisicoquímicos, mismos que garantizan la calidad del producto final obtenido con la base de helado desarrollada, además de poder garantizar a los consumidores que el producto ha sido elaborado bajo las buenas prácticas de manufactura (NOM-251-SSA1-2009) garantizando que su ingesta no causará daños a la salud de los consumidores y es de su agrado.

### **2.2.1. Actividades Preliminares**

#### **a) Encuesta sobre el consumo de helados**

La primer actividad realizada fue la aplicación de una encuesta a 100 personas acerca del consumo de helado con la finalidad de recopilar información sobre las tendencias de consumo del mismo (frecuencia de consumo, sabores favoritos, motivos por los cuales algunas personas no pueden consumirlos, etc.).

Con base en los resultados obtenidos de esta encuesta se establecieron los parámetros necesarios (fisicoquímicos y sensoriales) para garantizar a los consumidores que a partir de esta base se obtiene un helado de calidad y agrado el cual se adapta a sus necesidades.

Como se observa en la Figura 7, las preguntas realizadas abarcaron diferentes aspectos de gran importancia para conocer las preferencias de consumo del público encuestado respecto al helado y al mismo tiempo permitieron establecer criterios de aceptación para que el helado obtenido de la respectiva base fuese aceptado por los consumidores.

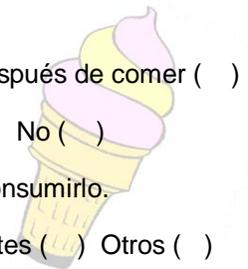
Posterior al estudio de las tendencias de consumo de la población respecto a la ingesta de helados, se procedió al análisis de la materia prima que sería empleada en la elaboración de la base, ya que es el ingrediente utilizado en mayor proporción, después del agua, para la elaboración de las diferentes propuestas de bases de helado, esto con la finalidad de garantizar la inocuidad de la materia prima empleada.

Nombre: \_\_\_\_\_ N° Juez: \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ años Género: Masculino ( ) / Femenino ( ) Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 2017

INSTRUCCIONES. Marca con una (X) o responde la pregunta según sea el caso.

- 1.- ¿Has consumido helado en este mes? Si ( ) No ( )
- 2.- En caso de responder afirmativo ¿Con que frecuencia lo has consumido?  
Diario ( ) 2 o más veces/semana ( ) 1 vez/semana ( ) 1 o 2 veces/mes ( ) Menos de 1 vez/mes ( )
- 3.- ¿Tienes algún impedimento que no te permita consumir este postre (Alergias o enfermedades)?  
Si ( ) No ( )
- 4.- Si respondiste positivo y si así lo deseas, puedes expresar cual es el motivo  
Intolerante a la lactosa ( ) Problemas de obesidad ( ) Problemas de diabetes ( ) Otros ( )
- 5.- ¿En qué momentos podrías considerar adecuado el consumo de helado?  
Momentos familiares ( ) Reuniones sociales ( ) Temporadas de calor ( ) Cualquier ocasión ( )
- 6.- ¿Cuál sabor de helado es tu preferido?  
Vainilla ( ) Fresa ( ) Chocolate ( ) Queso ( ) Napolitano ( ) Galleta ( ) Otro ( )
- 7.- ¿Alguna vez has tenido problemas en encontrar el helado con el sabor de tu elección?  
Si ( ) No ( )
- 8.- ¿En qué lugar es más habitual tu consumo de helado?  
Casa ( ) Parque ( ) Heladerías ( ) Restaurantes ( )
- 9.- ¿Cuánto tiempo podrías demorar en consumir este postre?  
1-5 minutos ( ) 5-10 minutos ( ) 10- 30 minutos ( ) 30 minutos o más ( )
- 10.- ¿Sueles acompañar este postre con algún complemento? Si ( ) No ( )
- 11.- En caso afirmativo, ¿Con qué clase de complementos sueles acompañarlo?  
Galleta ( ) Chispas de chocolate ( ) Dulces ( ) Pastelillo ( ) Frutas ( ) Otros ( )
- 12.- ¿Sueles realizar alguna otra actividad mientras comes helado? Si ( ) No ( )
- 13.- Si tu respuesta fue afirmativa, ¿Qué clase de actividad realizas?  
Caminar ( ) Ver televisión ( ) Platicar ( ) Escuchar música ( ) Después de comer ( )
- 14.- ¿Conoces alguna persona que no pueda consumir este postre? Si ( ) No ( )
- 15.- Si conoces a alguien, refiere brevemente el motivo por el cual no puede consumirlo.  
Intolerante a la lactosa ( ) Problemas de obesidad ( ) Problemas de diabetes ( ) Otros ( )

**Muchas gracias por tu colaboración. Tu opinión es importante.**



**Figura 7.** Encuesta aplicada sobre las tendencias de consumo de helado

## b) Análisis Químico Proximal de la materia prima (leche en polvo)

En la Tabla 6, se muestran las técnicas empleadas para el análisis químico proximal de la leche en polvo (materia prima), así como para la base de helado, es importante mencionar que cada una de las determinaciones se realizaron por triplicado.

<b>Tabla 6. Metodologías empleadas en el análisis químico proximal</b>		
<b>Determinación</b>	<b>Método</b>	<b>Referencia</b>
Humedad	Estufa 70°C (5h)	NOM-116-SSA1-1994
Proteína	Micro-kjeldahl	NOM-F-68-S-1980
Grasa	Hidrólisis ácida	NMX-F-427-1982
Cenizas	Incineración (500°C)	NMX-F-066-S-1978
Azúcares	Método de Fehling	NOM-086-SSA1-1994

Cada una de las determinaciones realizadas a la leche en polvo y a la base de helado permitieron cuantificar y conocer su composición química comparando los resultados obtenidos contra un valor de referencia bibliográfico, esto permitió garantizar la veracidad y credibilidad de los mismos.

## c) Análisis microbiológico de la materia prima (leche en polvo)

Como parte del análisis a la materia prima, se realizó el análisis microbiológico de la misma con la finalidad de garantizar que la leche en polvo empleada en la elaboración de bases de helado fuera inocua y por lo tanto, además de garantizar que su uso no conlleva ningún riesgo a la salud, es un indicador de buenas prácticas de manufactura al momento de comparar con el análisis microbiológico de la base de helado.

Cada una de las determinaciones microbiológicas, las cuales se realizaron por duplicado, siguieron la metodología enlistada en la Tabla 7.

<b>Tabla 7. Metodologías empleadas en el análisis para la calidad microbiológica</b>		
<b>Determinación</b>	<b>Método</b>	<b>Fuente</b>
<b>Coliformes Totales</b>	Cuenta en placa (siembra profunda)	NOM-243-SSA1-2010
<b>Coliformes Fecales</b>	Tubos (NMP)	NOM-210-SSA1-2014

Tabla 7 (continuación). Metodologías empleadas en el análisis para la calidad microbiológica		
Determinación	Método	Fuente
<b><u>Salmonella ssp.</u></b>	Cuenta en placa (siembra en superficie)	NOM-210-SSA1-2014
<b><u>Staphylococcus aureus</u></b>	Cuenta en placa (siembra en superficie)	NOM-210-SSA1-2014
<b>Mohos y Levaduras</b>	Cuenta en placa (siembra profunda)	NOM-243-SSA1-2010
<b>Mesofílicos Aerobios</b>	Cuenta en placa (siembra profunda)	NOM-243-SSA1-2010

Una vez que se aseguró la calidad microbiológica de la leche en polvo y al saber que no representa riesgo a la salud, se procedió a formular bases de helado reducidas en azúcar, donde se sustituyó la sacarosa por diferentes edulcorantes.

#### **d) Formulación de las bases de helado**

En la Tabla 8 se muestran las formulaciones propuestas para la elaboración de las bases de helado.

Estas formulaciones surgieron de una formulación donde se mantiene el contenido de sacarosa íntegro (Formulación 1) partiendo de una formulación elaborada previamente (Antonio y Nuñez, 2018), así como en la formulación de algunos helados comerciales, para posteriormente desarrollar otras 3 formulaciones donde se sustituyó el contenido de sacarosa por diferentes edulcorantes realizando la sustitución respectiva según sea el caso; en la formulación 2 se sustituyó el 15% de sacarosa por sorbitol líquido en la misma proporción (15%); por otra parte, en la formulación 3 se sustituyó el azúcar por sucralosa (0.03%) haciendo referencia a su poder edulcorante que va de 500 a 600 veces más dulce que el azúcar convencional y finalmente se sustituyó el 15% de azúcar por endulzante comercial marca “Svetia” el cual, según el fabricante, se sustituye en una proporción 1:1 y cuyo uso es adecuado para este y otro tipo de productos.

**Tabla 8. Formulaciones propuestas para la elaboración de bases de helado (Porcentaje [%] de cada componente)**

<b>INGREDIENTE</b>	<b>Formulación 1</b>	<b>Formulación 2</b>	<b>Formulación 3</b>	<b>Formulación 4</b>
Agua	54.68	54.68	60	54.68
Leche en Polvo	13.8	13.8	13.8	13.8
Grasa Vegetal	11.8	11.8	13.5	11.8
MRD	0.2	0.2	6.45	0.2
Jarabe de Maíz	4.0	4.0	4.0	4.0
Inulina	-	-	1.7	-
Monoglicéridos	0.15	0.15	0.15	0.15
Goma Guar	0.14	0.14	0.14	0.14
Goma Algarrobo	0.1	0.1	0.1	0.1
Carragenina L.	0.1	0.1	0.1	0.1
Sacarosa	15	-	-	-
Sorbitol líquido	-	15	-	-
Sucralosa	-	-	0.03	-
Svetia	-	-	-	15
CMC	0.01	0.01	0.01	0.01
Benzoato de Sodio	0.01	0.01	0.01	0.01
Sorbato de Potasio	0.01	0.01	0.01	0.01

Posteriormente, con la finalidad de elegir de entre las formulaciones propuestas aquella cuyas propiedades sensoriales fueran las más aceptadas por los consumidores, se sugirió realizar un análisis sensorial de las mismas para lo cual fue necesario capacitar un panel de jueces compuesto por 16 personas.

#### **e) Capacitación de un panel de jueces semi entrenados**

La finalidad de reclutar un panel de jueces semi entrenado, fue tener a disposición un panel cuyo punto de vista fuese crítico y concreto y cuyo dominio fuera el mismo al momento de evaluar los atributos necesarios para analizar sensorialmente la base de helado (Pedrero y Pangborn, 1989).

Para ello se realizó la capacitación de 16 personas en la cual se manejaron puntos de importancia tales como el concepto de un análisis sensorial, los sentidos mediante los cuales se percibe y de que forma el ser humano es capaz de observar cambios en las propiedades que poseen los alimentos, que es un atributo y porque se dice que es característico de los alimentos (Pedrero y Pangborn, 1989).

También se abarcó la descripción de las pruebas que se iban a utilizar para la evaluación de las bases de helado propuestas, así como, la importancia de su participación como jueces semi entrenados. En la Figura 8 se muestra el material didáctico que se utilizó para la capacitación del panel de jueces.



**Figura 8.** Presentación en diapositivas con respecto a la evaluación sensorial

Durante la capacitación y con la ayuda de los jueces se estableció una lista de atributos los cuales se consideraron de importancia en los helados y de la cual el panel de jueces solo seleccionó aquellos cuyas características consideraron de mayor importancia en la degustación de un helado, para ello se seleccionaron únicamente 7 atributos, los cuales se describen en la Tabla 9.

Se ejemplificó cada uno de los atributos con los descriptores enlistados en la Tabla 9 así como ejemplos propuestos entre los mismos jueces, todo ello, con la finalidad de que cada uno de los jueces entendiera a la perfección el atributo que se iba a evaluar; con el mismo propósito se resolvieron dudas respecto a la evaluación además de proporcionar indicaciones a los jueces respecto a la alimentación y cuidados que debían tener antes de la evaluación sensorial con la finalidad de obtener resultados confiables y precisos en cada una de las pruebas que se realizaron.

Por el motivo mencionado anteriormente, se buscó establecer horarios no muy cercanos a los horarios de comida, esto debido a que si los jueces acabasen de comer o de desayunar, no querrían ingerir alimentos asignando puntuaciones demasiado bajas (en las pruebas afectivas), o pudiendo alterarse sus apreciaciones de los atributos sensoriales (Cordero, 2013).

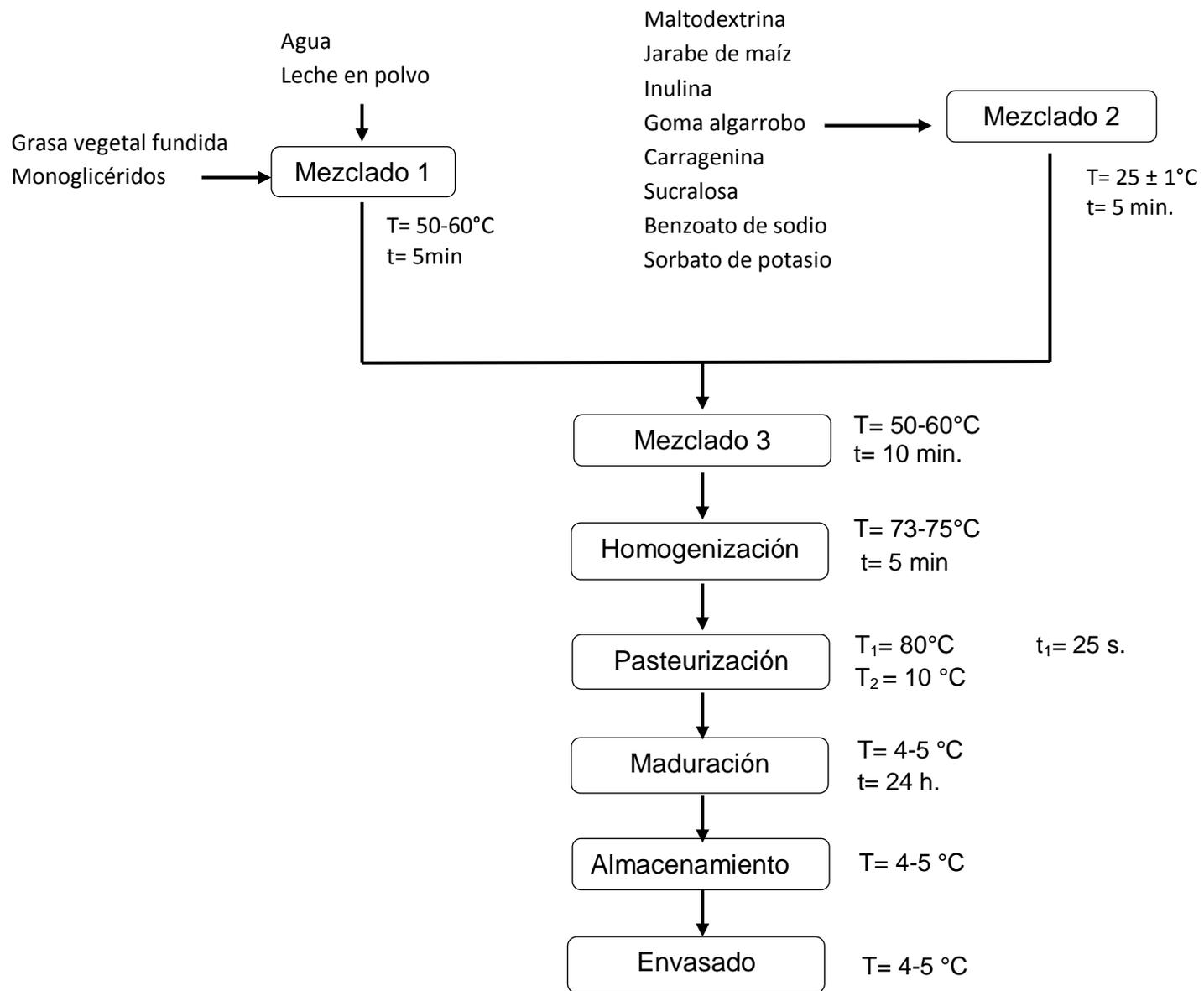
**Tabla 9. Lista de atributos empleada para realizar la evaluación sensorial**

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Descriptor</b>
<b>Arenosidad (gusto)</b>	Propiedad geométrica percibida durante la masticación que se basa en una sensación arenosa/ terrosa por parte de los componentes de la mezcla.	Arenoso como algunas variedades de pera, grumoso como el requesón, fino como el caramelo líquido.
<b>Aspecto, apariencia (vista)</b>	Todos los atributos visibles de una sustancia u objeto.	Brillante como una cobertura ganache, opaco como un paté.
<b>Cohesividad (gusto/tacto)</b>	Atributo mecánico textural, relacionado con la cohesividad y la fuerza necesaria para romper un producto en migajas, incluye la propiedad de fracturabilidad, masticabilidad y gomosidad.	Pegajoso como el arroz sobre cocido, adherente como caramelos de café, sin cohesividad como la leche.
<b>Cremosidad (gusto/tacto)</b>	Sensación semilíquida que varía con la crema o sustancia grasa; cuanto más grasa y humedad existe en el producto, más cremosos suelen resultar.	Duro como aceituna, acuoso como una rebanada de sandía o cremoso como un queso o mantequilla untada.
<b>Dulzor (gusto)</b>	Atributo organoléptico de sustancias puras o de mezclas cuya degustación produce un gusto dulce.	Dulce como el azúcar o una fruta madura, amargo como un limón, salado como la sal.
<b>Resabio amargo</b>	Sensación olfativa y/o gustativa que ocurre después de la deglución del producto, y que difiere de las sensaciones percibidas mientras el producto está en la boca.	El resabio amargo de los hongos, la sensación amarga de un limón o una fruta "verde", resabio agrio del vino.
<b>Uniformidad</b>	Percepción de la vista sobre un producto o muestra. Denota la similitud u homogeneidad que presenta dicho producto en sus componentes. Contrario a fases separadas, con grumos o partes desiguales.	Con partículas en suspensión como un yogurt con fruta o agua con chía, uniforme como yogurt batido, grumoso como un budín.

### 2.2.2. Elaboración de helados partiendo de las bases formuladas

#### Elaboración de las bases de helado

Una vez capacitados los jueces, se elaboraron las bases de helado respectivas partiendo de las formulaciones descritas previamente, el proceso mediante el cual se elaboraron las bases de helado fue el que se muestra en la Figura 9.



**Figura 9.** Diagrama de proceso para la elaboración de una base de helado reducido en azúcar

## ❖ Descripción del diagrama de proceso

A continuación, se describe brevemente el proceso aplicado para la elaboración de la base de helado reducida en azúcar.

- **Mezclado 1.** Se elevó la temperatura del agua hasta 50°C y se disolvió en esta la leche en polvo obteniendo leche fluida caliente. Mientras tanto se elevó la temperatura de la grasa hasta alcanzar su estado líquido y se incorporó a la misma los monoglicéridos de ácidos grasos. Una vez incorporadas la leche en polvo y el agua se adicionó gradualmente (en forma de hilo) la grasa líquida mezclada con los monoglicéridos.
- **Mezclado 2.** Al mismo tiempo que se realizaba la mezcla anterior, se realizó una mezcla de polvos por separado (maltodextrina, jarabe de maíz, inulina, goma guar, goma algarrobo, carragenina, sucralosa, CMC, benzoato de sodio y sorbato de potasio).
- **Mezclado 3.** Una vez que se incorporaron completamente los ingredientes del mezclado 2, se agregó poco a poco esta mezcla de polvos a la mezcla 1 manteniendo la temperatura a 50-60°C, hasta conseguir la incorporación total de los ingredientes (aproximadamente 10min).
- **Homogenización.** Para homogenizar la muestra, se elevó la temperatura hasta 75°C, se colocó la mezcla obtenida en una licuadora (marca Oster) y se licuó por un tiempo de 2min a velocidad baja “2”; posteriormente se colocó en un vaso de precipitados y se mezcló con una batidora de inmersión marca “Taurus” (modelo Robot 400) durante 3min más.
- **Pasteurización.** Para pasteurizar la mezcla homogeneizada, se elevó la temperatura de la mezcla hasta 80°C por un tiempo de 25s durante un breve periodo (High Temperature / Short Time), según las condiciones establecidas por Belitz (2009) para este tipo de pasteurización, sometiendo posteriormente la mezcla a un choque térmico disminuyendo su temperatura hasta 10°C.
- **Madurado.** El madurado de la mezcla, consiste en refrigerar la mezcla pasteurizada en recipientes sanitizados disminuyendo la temperatura de la mezcla hasta los 4-5°C mientras permanece a esta temperatura por un periodo de tiempo de 24h. Esta etapa tiene la finalidad de hidratar todos los componentes en la mezcla para su completa incorporación además de que al disminuir el agua libre en la mezcla se evita la formación de cristales de hielo en el helado (Ruíz, 2017).

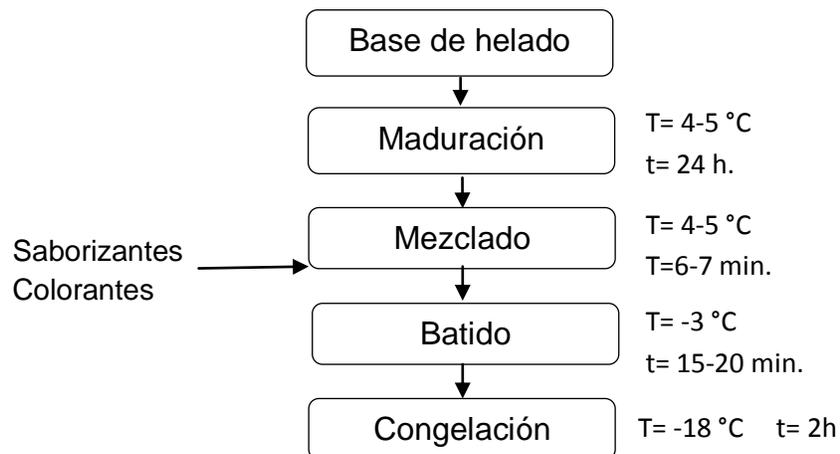
- **Envasado.** Se vació asépticamente la mezcla madurada en un recipiente sanitizado garantizando la calidad sanitaria del producto, se depositó según el gramaje indicado por el producto y se conservó a una temperatura de 4-5°C; es a partir de esta mezcla y el uso de saborizantes así como colorantes que se puede producir un helado de cualquier sabor que se requiera.

Una vez elaboradas las diferentes bases de helado y después de analizar completamente la materia prima empleada, se procedió a producir helados partiendo de dichas bases para evaluar la estabilidad así como las propiedades sensoriales de los helados obtenidos a partir de ellas y seleccionar el mejor helado elaborado y por ende la base de helado más estable y aquella que era preferida por los consumidores.

### Elaboración de helado partiendo de las bases realizadas

Es importante mencionar que el helado es el resultado de un delicado proceso de elaboración en el que todas y cada una de sus fases son determinantes en el resultado final del producto. De la misma forma que sin buenos ingredientes no se podría preparar nunca un buen helado, tampoco las mejores materias primas garantizan que el helado obtenido sea de alta calidad si el proceso de elaboración no es el adecuado.

Se elaboraron diferentes helados empleando las bases producidas, esto con la finalidad de corroborar que las bases, en su presentación de helado, cumplieran con las características que los consumidores buscaban en estos productos; para ello fue necesario continuar, después de la maduración, con las etapas descritas en la Figura 10.



**Figura 10.** Diagrama de proceso para la elaboración de helado partiendo de una base de helado.

## ❖ Descripción del proceso para la elaboración de un helado

A continuación se describen las etapas subsecuentes que se desarrollaron para la elaboración del helado, partiendo de las bases previamente elaboradas.

- **Base de Helado.** Una vez que se tenía preparada la base de helado, la cual ya ha sido pasteurizada y elaborada como se mencionó en la descripción del proceso para su elaboración (Figura 9) se pasó a la siguiente etapa que consiste en la maduración de la base.
- **Maduración.** Durante esta etapa se refrigeró la mezcla pasteurizada en recipientes sanitizados, con la finalidad de disminuir la temperatura de la mezcla hasta los 4-5°C y permanecer a esta temperatura por un periodo de tiempo de 24h, ya que este proceso permite que las proteínas se hidraten, y que los estabilizadores desempeñen correctamente su función, puesto que si esta etapa no se realiza se puede tener como resultado un helado que presente grumos debido a que no se haya disuelto bien el estabilizante, la formación de cristales perceptibles o incluso un helado que se funda con facilidad (Coloma y Galiana, 2017).
- **Mezclado.** Una vez cumplido el tiempo de maduración se procede a adicionar el saborizante y colorante correspondiente en la base de helado, es importante que al adicionarlos la homogenización que estos tengan durante el mezclado se dé de forma homogénea (6-7min), puesto que si esto no se lleva a cabo de esta manera el color que muestra el helado posee una intensidad baja y en cuanto el sabor puede ser que en algunas zonas la intensidad que presente no se perciba, mientras que en las zonas en donde se encuentre concentrado llegue a amargar.
- **Batido.** Después de homogeneizar el colorante y saborizante preferido para la elaboración del helado (que en este caso fue vainilla y colorante amarillo), se procedió al batido, en un equipo (máquina de helados, marca Hamilton Beach, modelo 68328).

La mezcla ya batida se agregó en el recipiente del equipo el cual fue conservado en un congelador doméstico ( $T = -17.2^{\circ}\text{C}$ ) por un tiempo de 24 horas con la finalidad de que el refrigerante que se encuentra en el enchaquetado del recipiente permita culminar el proceso de elaboración del helado (esta etapa depende del equipo utilizado, ya que en algunos casos más sofisticados no se requiere de esta etapa previa), puesto que se comienza a batir el helado mediante un proceso mecánico con la ayuda de una paleta que

incorpora aire a la mezcla y que esta al tener contacto con la base de helado y las paredes del recipiente va formando la cristalización hasta obtener un helado.

- **Congelación.** Al término del batido, es decir, al tener el helado envasado en recipientes adecuados, se llevó a cabo el proceso de congelación para la conservación del producto, se recomienda que el centro del producto alcance los 18°C bajo cero, con esta temperatura podemos considerar que el helado ha sido estabilizado.

### 2.2.3. Objetivos particulares

#### Act. 1. Análisis de calidad del helado (parámetros de calidad en helados)

Los parámetros de calidad, son un conjunto de indicadores que nos permiten cuantificar los requisitos o parámetros que se encuentran relacionados con las expectativas o percepción que el consumidor puede o tiene respecto al producto. Las cuales cabe destacar que en la última década han adquirido mayor importancia (Ramírez, 2015).

Es por ello que se consideró de importancia el determinar algunos de estos parámetros de calidad, entre los cuales se encuentra el aumento de volumen del helado efectuado durante el batido mejor conocido como prueba de overrun, es decir, se midió la ganancia de aire atrapado en la mezcla del helado.

##### a) Prueba de *overrun* (% aire captado)

Es importante corroborar el porcentaje de aire que se introdujo en el helado, puesto que es un ingrediente necesario ya que sin él, el helado sería demasiado denso, duro y frío (Torrelles, 2017).

Se midió el *overrun* a la mezcla previamente madurada durante el tiempo de maduración mínimo establecido (16hr), determinando los mL que la mezcla presentaba antes y después de ser batida, así como durante todo el proceso, tomando pequeñas muestras de mezcla congelada y calculando el porcentaje de aire que se iba acumulando.

Los resultados obtenidos de esta prueba se emplearon aplicando la ecuación que se muestra a continuación, para realizar su respectivo cálculo (en

este caso, las variables de la ecuación están en función del volumen, aunque también se pueden expresar en función de la densidad).

$$\% \text{ Ovrerrun} = \frac{\text{peso del volumen de la mezcla} - \text{peso del mismo volumen del helado}}{\text{peso del mismo volumen del helado}} \times 100$$

### **b) Prueba de derretimiento y tiempo de caída de la primer gota**

Este tipo de pruebas ayudan a identificar el comportamiento de los estabilizantes y emulsificantes en la base para helado, puesto que estos mantienen la estructura típica del helado junto con todos los componentes de la mezcla (perfectamente dispersos), de forma tal que no se produzcan separaciones de fases (agua, cristales de hielo). Esta prueba “consiste en medir la caída de la primera gota (mL) y la cantidad derretida en cierto tiempo (minutos)” (Ramírez, 2015) teniendo como finalidad simular el posible comportamiento del producto a lo largo de la cadena de frío (Castillo, 2016).

La determinación del tiempo de caída de primera gota y el porcentaje de derretimiento se realizaron colocando sobre un embudo una pequeña porción de helado que a su vez se colocó sobre una probeta al mismo tiempo que se tomaba el tiempo con un cronómetro a lado. Se midió el tiempo cada 3 minutos y se tomó nota del tiempo en que cayó la primera gota así como el tiempo que tardaba en derretirse completamente la porción de helado (Ramírez, 2015).

El porcentaje de derretimiento se calculó con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Derretimiento} = (\text{Volumen derretido} / \text{Volumen total}) * 100$$

Con los datos de derretimiento se construyó la curva de fusión del helado, donde se muestra el porcentaje de helado derretido en función del tiempo.

### **c) Determinación del tamaño de glóbulo de grasa.**

Los glóbulos grasos poseen una membrana proteica que los recubren. Cuando se rompen los glóbulos por efecto de la homogeneización, se forman como término medio 10.000 nuevos glóbulos por cada glóbulo original (Murphy, 2001).

Esta disminución en el tamaño del glóbulo de grasa aporta beneficios en la estabilidad de la muestra al evitarse las aglutinaciones y por lo tanto se propicia una formación de cristales de hielo y grasa mas uniformes que en cúmulos de grasa.

Para determinar el tamaño de los glóbulos de grasa se empleó la técnica de microscopía descrita por Murphy (2001) así como fotografías de las imágenes captadas por el lente del microscopio con un objetivo 10x determinando el tamaño de los glóbulos de grasa de las 3 muestras elaboradas así como un helado comercial de vainilla.

## **Act. 2. Evaluación sensorial de los helados elaborados**

Se seleccionaron aquellas tres formulaciones que presentaron mayor estabilidad en cuanto a su velocidad y porcentaje de derretimiento, las cuales posteriormente fueron evaluadas a través de pruebas sensoriales siguiendo el formato mostrado en las Figuras 11.A y 11.B.

Los productos además de cubrir necesidades básicas (tales como saciar la sed o el hambre) crean vínculos con el consumidor, adquiriendo un significado especial el cual depende del producto mismo (su forma, color, textura, sabor) creando así una experiencia única la cual es percibida a través de los sentidos de nuestros clientes: la vista, el oído, el tacto, el olfato y el gusto. Entender cómo estos cinco sentidos intervienen en la toma de decisiones es crucial para ofrecer productos agradables y placenteros, desde el punto de vista sensorial, lo cual otorgará la lealtad de los consumidores (Torrelles, 2016).

Es importante mencionar que las pruebas realizadas durante la evaluación sensorial son de importancia ya que cada una de ellas tiene un objetivo en particular y, en conjunto, los resultados arrojados permitieron seleccionar una sola formulación de las cuatro elaboradas, con base en el criterio de los jueces semientrenados y la preferencia además del agrado que mostraron por cada uno de los helados elaborados partiendo de las diferentes bases formuladas; a continuación se describe brevemente cada una de las pruebas realizadas durante el análisis sensorial.

Nombre: \_\_\_\_\_ N° juez: \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**INSTRUCCIONES.** Rellene los siguientes espacios de acuerdo a lo que se solicita.

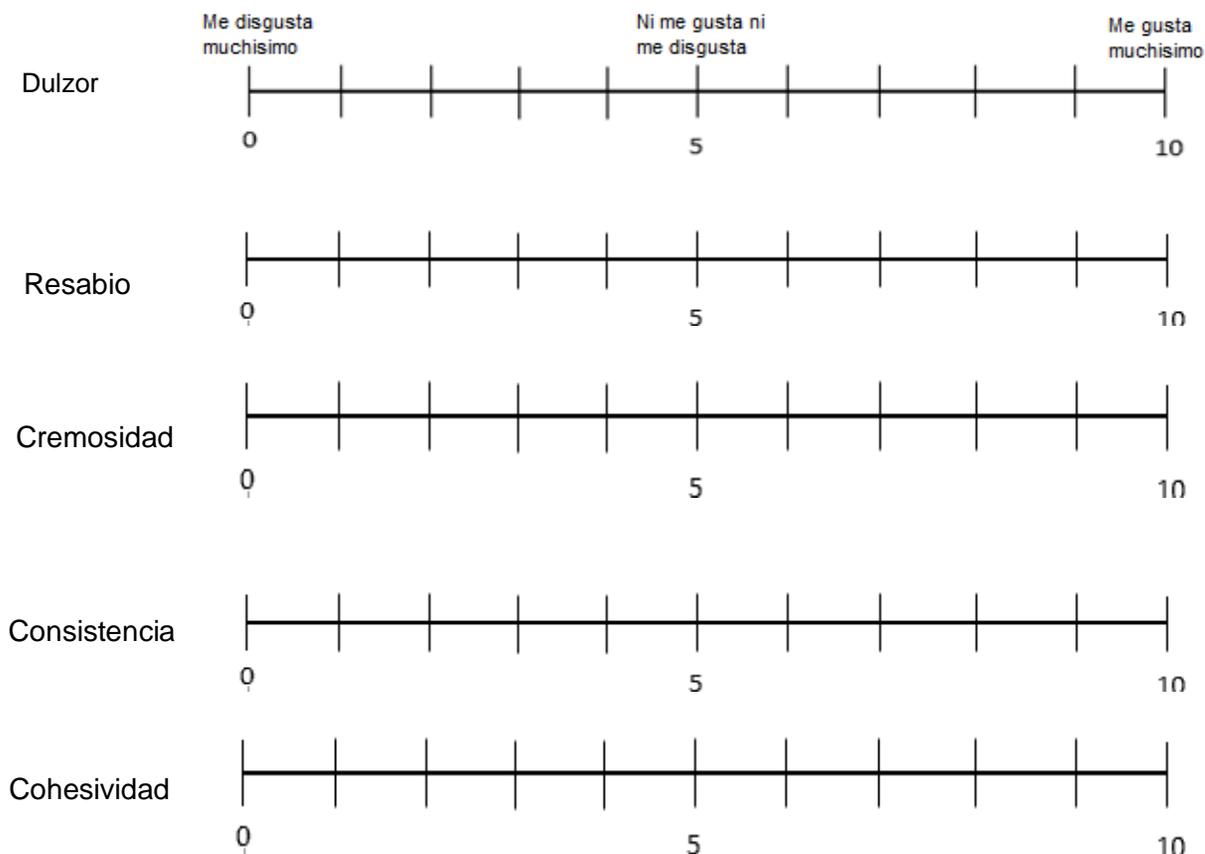
A su disposición tiene tres muestras rotuladas así como 3 lápices de diferente color; designe a cada muestra uno de los colores señalando a un costado de la clave con una marca (raya, cruz, punto, etc.) el color correspondiente a cada uno; asimismo, indique con una (X) la columna correspondiente indicando si le gusta o le disgusta la muestra de acuerdo a la siguiente escala.

Clave Muestra	Me disgusta mucho	Me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho
264					
162					
218					

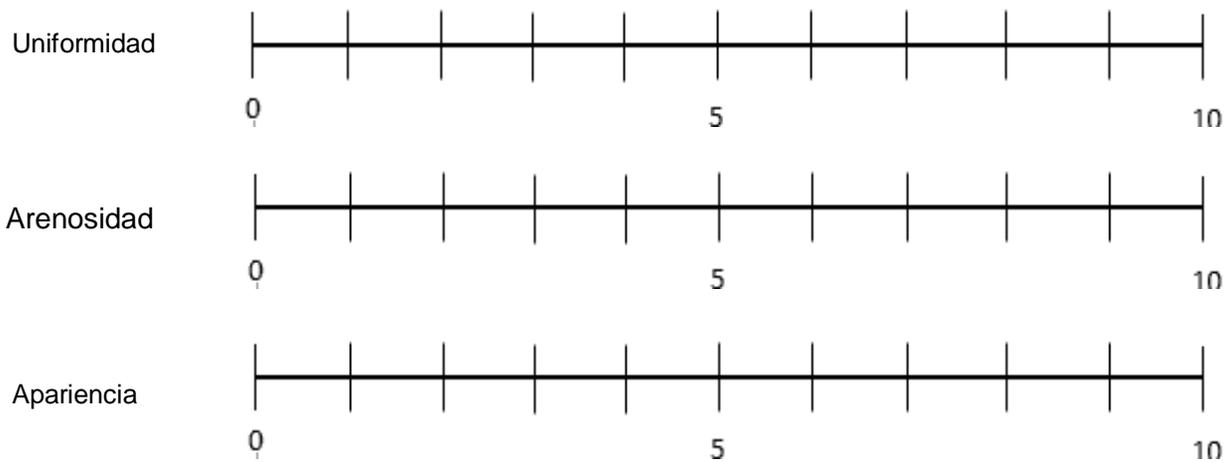
Frente a usted se encuentran 3 muestras de un helado elaboradas partiendo de diferentes formulaciones, pruebe cada una de ellas y siguiendo la siguiente escala, evalúe con el color correspondiente los atributos que se enlistan a continuación.

**ATRIBUTO**

**PERCEPCIÓN**



**Figura 11.A.** Formato empleado durante la evaluación sensorial (1/2)



De las muestras presentadas, evalúe una por una y acomódelas de menor a mayor según su nivel de agrado, siendo **1** aquella de **MENOR** agrado y **3** como la de **MAYOR** agrado.

<b>Clave Muestra</b>	<b>264</b>	<b>162</b>	<b>218</b>
<b>Posición por Preferencia</b>			

Marque una opción de acuerdo al cuestionamiento.

<b>Clave Muestra</b>	<b>264</b>	<b>162</b>	<b>218</b>
¿Cuál fue la muestra más dulce?			
¿Cuál de las muestras le pareció con mayor consistencia?			
¿Cual muestra le pareció con mayor Cremosidad?			

Recomendaría el producto. SI ( ) NO ( )

¿Qué atributo es el que usted considera de mayor importancia? \_\_\_\_\_

¿Qué prefiere en un helado, que mantenga su consistencia al momento de comerlo o que se derrita con facilidad al ingerirlo? \_\_\_\_\_

**Observaciones o comentarios.**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Muchas gracias por su colaboración**, su apoyo es fundamental en el desarrollo de este proyecto. Por favor, entregue esta documentación para finalizar con el análisis.

**Figura 11.B.** Formato empleado durante la evaluación sensorial (2/2)

### a) Prueba de medición de agrado o de satisfacción

Su objetivo principal radica en localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Para este estudio se utilizó una escala no estructurada de 5 puntos, como se muestra en la Figura 12.



**Figura 12.** Escala no estructurada utilizada en la prueba de agrado

### b) Prueba de ordenamiento

Otra de las pruebas realizadas fue la prueba de ordenamiento, cuyo objetivo es colocar un par o una serie de muestras en orden de menor a mayor, de acuerdo con un criterio específico (en este caso, el agrado o preferencia por las muestras presentadas), estas muestras se colocan de forma ordenada y codificadas al azar. Este orden de las muestras representa una escala ordinal.

Es una prueba muy efectiva para seleccionar aquellas muestras que tengan mayor preferencia, se presenta como se muestra en la Figura 13.

Clave de la Muestra	264	162	218
Posición por preferencia			

**Figura 13.** Presentación de las muestras para la prueba de ordenamiento.

### c) Análisis de perfil de atributos

Por último, en la evaluación sensorial de las bases de helado se realizó la prueba para determinar el perfil de atributos, la cual consiste en Identificar y cuantificar las características sensoriales de un producto. La información generada sirve para construir un modelo multidimensional cuantitativo que perfila los atributos que definen o describen a uno o varios productos.

Esta prueba se apoya en análisis estadísticos, para cuantificar variaciones, determinar significancia o diferencias entre los productos de acuerdo a sus atributos.

Después de obtener los resultados de la evaluación sensorial de las bases de helado, se procedió al estudio de aquella base que resultase la seleccionada por el panel de jueces semi entrenados, como se muestra a continuación.

### **Act. 3. Análisis de la base de helado**

Con base en los resultados obtenidos de las metodologías descritas anteriormente (parámetros de calidad y el análisis sensorial de los helados obtenidos a partir de diferentes formulaciones de bases de helado), se eligió solamente una de las bases analizadas sensorialmente la cual fue seleccionada por el panel de jueces semi entrenados y se llevó a cabo el análisis de la misma tanto fisicoquímica como microbiológicamente, siguiendo las técnicas de las Tablas 6 y 7 (pág. 38).

#### **a) Análisis Químico Proximal de la base de helado**

Este análisis se realizó para conocer la composición exacta de la base de helado y garantizar que cumple con la normatividad vigente. Para efectuar este análisis se emplearon las metodologías descritas en la Tabla 6 (página 38), además de la determinación de fibra dietética empleando el método enzimático – gravimétrico con base en la metodología descrita por la AOAC, es importante mencionar que cada determinación se realizó por triplicado.

#### **b) Análisis microbiológico de la base de helado.**

Este análisis se realizó con el objeto de garantizar la calidad microbiológica de la base elaborada además de ser una forma de asegurar al consumidor que el consumo de este producto no representa ningún riesgo para su salud, ya que estas pruebas también sirven como indicativos de las Buenas Prácticas de Manufactura. Para ello se siguieron las metodologías mencionadas en la Tabla 7 (página 38).

#### **Act. 4. Prueba de aceptación o rechazo del producto final (prueba hedónica)**

Una vez culminados los análisis respectivos de la base de helado elegida, se compararon las propiedades sensoriales de la misma en su presentación como helado contra un helado comercial de consumo cotidiano, esto con la finalidad de corroborar que el producto elaborado cumple con las características que los consumidores desean.

Con base en la bibliografía consultada (Torrelles, 2016), así como por los resultados arrojados en la encuesta realizada, se elaboró un helado empleando la base elegida por el panel de jueces además de saborizante de vainilla y colorante amarillo, siguiendo la metodología descrita en la Figura 10 (página 45).

Posteriormente, se le realizó una evaluación sensorial en la cual se comparó el helado elaborado sabor vainilla contra un helado comercial del mismo sabor (marca Holanda) ya que este tiene similitudes en cuanto a propiedades sensoriales con el helado elaborado; esto se realizó con la finalidad de comparar si la base de helado desarrollada cumple con las características necesarias (color, apariencia, textura, sabor, etc.) deseadas por los consumidores las cuales están presentes en un helado comercial.

Para ello se realizó una prueba hedónica a 100 consumidores, los cuales se encuentran en un rango de 18 a 21 años, en donde se realizaron pruebas de tipo comparativas, así como un énfasis puntual en las propiedades específicas que se analizaron previamente; con estos resultados se pretendía obtener una perspectiva más amplia sobre el agrado o rechazo de los consumidores hacia el producto elaborado así como un punto de referencia al comparar contra un producto comercial; esto se realizó utilizando el documento que se muestra en la Figura 14 que se puede apreciar a continuación.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES.** Rellene los siguientes espacios de acuerdo a lo que se solicita.

A su disposición tiene dos muestras de helado rotuladas así como 2 lápices de diferente color; indique con una (X) si el helado le gusta o disgusta de acuerdo a la siguiente escala.

Clave Muestra	Me disgusta mucho	Me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho
218					
230					

Frente a usted se encuentran 2 muestras de helado de vainilla, pruebe cada una de ellas y evalúe los atributos enlistados, tomando en cuenta la siguiente escala:

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

ATRIBUTOS	Muestra	
	218	230
Color		
Olor		
Sabor		
Dulzor		
Creмосidad		
Resabio amargo		
Consistencia		
Cohesividad		
Apariencia		
Uniformidad		

¿Compraría este helado? 218: SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_      230: SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_

¿Con qué frecuencia lo consumirías?

- a) Diario    b) Dos veces por semana    c) Una vez a la quincena    d) Cada mes

¿Qué porción de helado consumirías?

- a) 50mL    b) 100mL    c) 250mL    d) 500mL

¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por cada uno de los helados en presentaciones de 1L?

Muestra 218: \$ \_\_\_\_\_      Muestra 230: \$ \_\_\_\_\_

¿En qué establecimientos te gustaría adquirir (comprar) el helado?

- a) Tiendas de abarrotes    b) Supermercados    c) Heladerías    d) Otro

**Gracias por tu participación, tu opinión es importante**

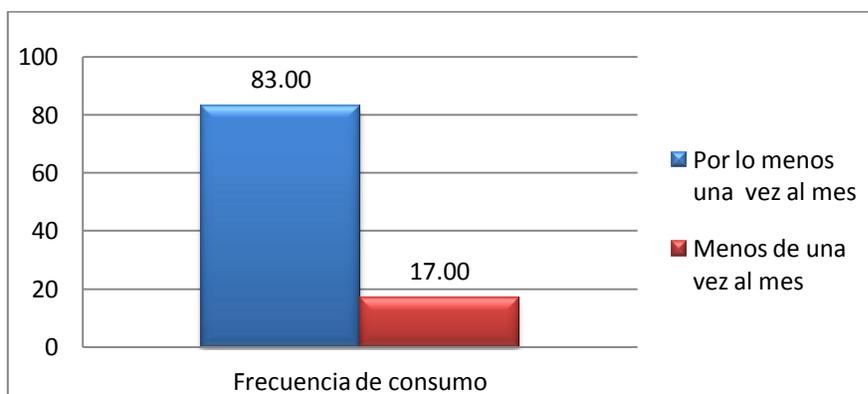
**Figura 14.** Documento empleado durante la prueba hedónica a 100 consumidores

## CAPÍTULO III. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 3.1. Actividades Preliminares

#### a) Encuesta sobre tendencias de consumo

En cuanto a la encuesta sobre el consumo de helados, realizada a 100 personas, se obtuvo que el 83% de la gente encuestada consume helado por lo menos una vez al mes, como se observa en la Figura 15.



**Figura 15.** Frecuencia de consumo del helado

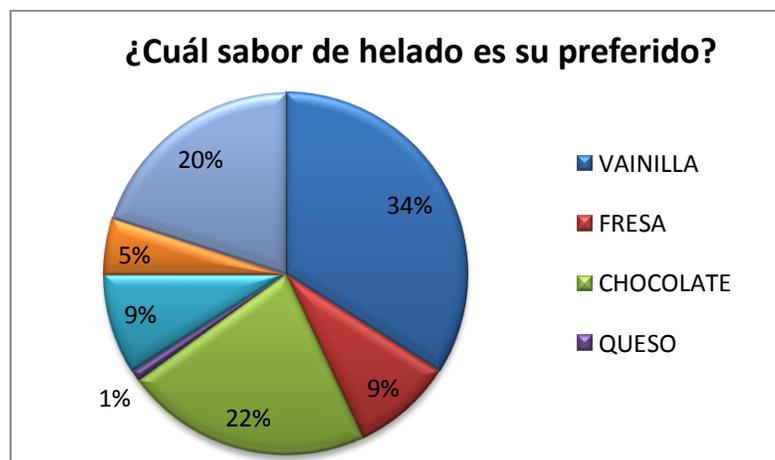
Asimismo, el 27% de las personas encuestadas dice tener problemas que les impiden o limitan la posibilidad de consumir este producto; refiriéndose a estas personas, el 53% no puede consumirlo por problemas de diabetes, lo cual limita el consumo de azúcares en su dieta y por ende, restringe el consumo de productos con alto contenido de este ingrediente; por otra parte, el 23% de estas personas tiene problemas de obesidad o sobrepeso, motivo por el cual no deben consumir exceso de productos con alto contenido calórico.

En cuanto al punto anterior respecto a la salud, el 65% de las personas encuestadas dijeron conocer por lo menos a una persona que tiene impedimentos para consumir productos como el helado, de estas personas el 50% vuelve a referir a la diabetes como principal problema o impedimento para el consumo de este tipo de productos, seguida de la obesidad con el 20% y por último intolerancia a la lactosa con el 14%.

Basado en esta situación, se ha notado una importante problemática con el consumo de azúcares y calorías en la dieta, ocasiona problemas de diabetes y obesidad respectivamente; debido a esto, se resalta la importancia de desarrollar un producto alternativo para este tipo de consumidores, con un bajo contenido de azúcares principalmente y que aporte menos calorías al consumidor aunado a una dieta sana y balanceada.

Entre otros resultados, se buscó la preferencia de los consumidores respecto al sabor de helado que consumen normalmente.

Los resultados de esta pregunta se muestran en la Figura 16, los cuales expresan una preferencia por el sabor a vainilla con el 34% de las personas encuestadas, seguido del sabor a chocolate con el 22% y el sabor a fresa y napolitano, ambos con el 9%; este resultado además de la información bibliográfica consultada<sup>68</sup>, sirvieron como parámetro para emplear el sabor vainilla en una prueba sensorial para comparar el producto elaborado contra un helado comercial.



**Figura 16.** Consumo de helados de sabor

Finalmente, se preguntó a las personas encuestadas cuanto tiempo tardaban en consumir este postre normalmente, ya fuera servido en algún establecimiento o una porción servida por ellos mismos en casa o reuniones, a lo cual la mayoría (53% de las personas encuestadas) contestó que solían demorar entre 10-30min en terminar de consumirlo y que, por lo regular, tenían problemas al final porque el helado ya se había derretido completamente.

Tomando en cuenta estos resultados, se buscó desarrollar un helado que fuera estable y mantuviera buena consistencia durante más tiempo, esto sin sacrificar el sabor del postre y la aceptación por parte de los consumidores.

Para ello se realizó, antes que nada, el análisis de la materia prima empleada con la finalidad de asegurar la inocuidad y seguridad del producto al utilizar este ingrediente y de la misma forma, evitar la contaminación subsecuente procedente de la misma.

Uno de los componentes principales y que se encuentran en mayor proporción para la elaboración del helado es la leche en polvo por lo cual se consideró de importancia caracterizarla, esto para confirmar su composición e inocuidad de acuerdo a la metodología correspondiente indicada en la Tabla 6 y 7 (página 38). Al analizar la leche en polvo se obtuvieron los siguientes resultados.

### b) Análisis Químico Proximal de la leche en polvo

El análisis AQP (humedad, proteínas, grasa, cenizas y carbohidratos) fue realizado conforme a las técnicas mencionadas previamente.

En la Tabla 10 se muestran los resultados promedio obtenidos de dicho análisis, a partir de tres repeticiones para cada determinación, además del valor reportado por dos referencias bibliográficas.

<b>Tabla 10. Resultados del análisis químico proximal de la leche en polvo</b>					
<b>Determinación</b>	<b>% experimental obtenido</b>	<b>C.V. (%)</b>	<b>Valor reportado en envase (%)</b>	<b>Bibliografía (%)<sup>a,b</sup></b>	
<b>% Humedad</b>	2.4 ± 0.06	2.7	- *	3.7	2.5
<b>% Proteína</b>	30.6 ± 1.28	4.2	23.5	25.3	26.3
<b>% Grasa</b>	22.0 ± 1.06	4.8	26.1	27.1	26.7
<b>% Cenizas</b>	6.1 ± 0.09	1.5	- *	5.8	6.1
<b>% Azúcares</b>	35.0 ± 0.29	0.8	44.2	38.1	38.4

a: Centro de Enseñanza Superior de Nutrición y Dietética (CESNID), 2004. Tablas de composición de alimentos del CESNID.  
b: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), 2007. Tablas de composición de alimentos de Centroamérica.  
\* Ningún valor reportado en el envase

Al analizar los resultados obtenidos, detallados en la Tabla 10, se observaron diferencias poco relevantes con respecto a los valores reportados por la bibliografía.

Como se puede apreciar, el porcentaje de humedad se encuentra tan solo un poco por debajo de los valores reportados en la bibliografía, esto puede asociarse al tratamiento térmico que recibe la leche al momento de ser procesada u otros factores como pueden ser variaciones dependiendo del ganado de procedencia.

En cuanto al contenido de proteínas, los valores obtenidos son mucho mayores a los reportados en la etiqueta, no obstante, son cercanos a la composición encontrada en la bibliografía, sobre todo tomando en cuenta la primer referencia; esta diferencia puede atribuirse al proceso de secado, siendo el valor reportado para la leche menor al obtenido.

El contenido de grasa fue menor al reportado en cualquiera de los tres casos, esto es de esperarse ya que al aumentar el contenido de proteínas, era lógico suponer que el contenido de otros componentes se vería disminuido; sin embargo, las diferencias no son significativas además de existir la posibilidad de atribuir esta diferencia a un error experimental ocurrido durante la determinación, esto se observa en el coeficiente de variación de 4.8%, siendo este mayor que en el resto de las determinaciones, no obstante se encuentra dentro de un rango aceptable (<10%) (FAO, 1997).

Por otra parte, el contenido de cenizas es el más aproximado en cuanto se refiere a la comparación con los datos bibliográficos, siendo cercano en el caso de la primera referencia y exactamente igual en el caso de la segunda, esto sirve como punto de referencia para considerar que los datos obtenidos son los correctos.

Finalmente, el contenido de azúcares, pese a encontrarse un poco por debajo de lo reportado bibliográficamente, reporta un valor muy cercano el cual puede deberse a la disminución ocasionada por el alto contenido de proteínas.

En general, estos resultados presentaron diferencias poco relevantes, se han considerado correctos al observarse un coeficiente de variación muy pequeño en todas las determinaciones (menor al 5%) y sumar un valor cercano al 100%.

Entre otras razones, estas variaciones pueden atribuirse al tratamiento y procesamiento de la leche analizada y principalmente a errores experimentales así como al reporte de promedios como resultados representativos.

Considerando estos resultados, se confirmó que la composición obtenida de la leche cumple con las especificaciones esperadas y por tanto puede ser empleada para la elaboración de una base de helado.

### c) Análisis microbiológico de la leche en polvo

En la Tabla 11 se muestran los resultados obtenidos al realizar el análisis microbiológico de la leche en polvo, cada una de las determinaciones se realizaron por duplicado, esto con la finalidad de corroborar que la leche en polvo se encontrara dentro de los límites permitidos para este tipo de productos (apartado de especificaciones microbiológicas), establecido en la NOM-243-SSA1-2010.

Tabla 11. Resultados del análisis microbiológico de la leche en polvo		
Microorganismo	Límites Permitidos (UFC/g)	Resultados experimentales
<b>Coliformes Totales</b>	≤ 10	0 UFC/g
<b>Coliformes Fecales</b>	≤ 3 NMP/g	Ausencia
<b><u>Salmonella spp</u></b>	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25g
<b><u>Staphylococcus aureus</u></b>	≤10	0 UFC/g
<b>Mohos y Levaduras</b>	50	5 UFC/g
<b>Mesofílicos Aerobios</b>	100,000	56 UFC/g

Como se puede apreciar en la Tabla 11, los resultados que presenta la leche en polvo comercializada (marca Nido) cumple con los requisitos marcados en la NOM-243-SSA1-2010, ya que los resultados se encuentran por debajo de los límites permitidos o ausentes como fue el caso de los coliformes totales, fecales, *Salmonella ssp*, así como *Staphylococcus aureus*, demostrando así que la leche en polvo comercial cumple con las características de inocuidad que se requieren y esto a su vez, permite el uso de esta materia prima en la elaboración de las bases de helado ya que es de buena calidad y su uso no representa riesgo alguno.

Por otra parte, este análisis es un indicativo de que el proceso de obtención de la leche en polvo es tan eficiente que puede garantizarse la calidad microbiológica e inocuidad de la misma, lo que ayudará a la obtención de un producto libre de contaminación microbiológica, siempre y cuando sea elaborado bajo las buenas prácticas de manufactura (BPM) (NOM-251-SSA1-2009).

Una vez finalizado el análisis de la materia prima, se elaboraron las bases de helado empleando diferentes agentes endulzantes, tal y como se muestra en la Tabla 8 (Página 40) siguiendo la metodología mencionada en la Figura 9 (Página 43), las cuales fueron sometidas a pruebas de calidad y estabilidad mostrando lo siguiente.

## 3.2. Objetivos Particulares

### Act. 1. Pruebas de calidad y estabilidad

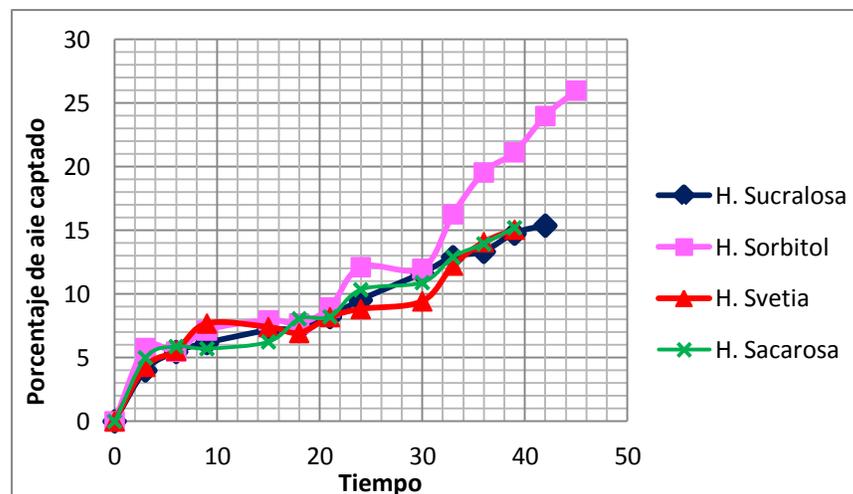
#### a) Prueba de *overrun* (% aire captado)

Se realizó la prueba de *Overrun* cuya finalidad fue medir el porcentaje de captación de aire durante el batido de los diferentes helados preparados empleando las diferentes bases de helado, ya que este parámetro influye directamente en la aceptación del producto conforme a las necesidades de sabor requeridas por los consumidores. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 12.

t (min)	H. Sorbitol	H. Svetia	H. Sacarosa	H. Sucralosa
0	0	0	0	0
3	5.8	4.3	5.0	4.0
6	5.5	5.6	5.9	5.5
9	7.1	7.7	5.7	6.2
15	7.9	7.4	6.3	7.1
18	7.7	6.9	8.1	7.3
21	9.0	8.2	8.2	8.2
24	12.1	8.9	10.3	9.5
30	12.0	9.4	10.9	11.6
33	16.3	12.2	12.9	12.9
36	19.6	14.1	14	13.3
39	21.2	15.1	15.2	14.8
42	24.0	-	-	15.4
45	26.0	-	-	-

Con base en estos resultados, se realizó la interpretación gráfica de los mismos, la cual se puede observar en la Figura 17.

Como parámetro de referencia, la bibliografía menciona que el *overrun* aceptable por una mezcla se basa en la cantidad de sólidos de la muestra así como por la materia grasa de la mezcla que se bate y se congela para obtener el helado. De esta forma, las bases de helado elaboradas entran en un rango de aceptación de *overrun* del 15-25% (Bartolo, 2005); este difiere un poco del *overrun* en helados de leche (30%) estando ligeramente por debajo debido a la sustitución de azúcares por edulcorantes lo cual disminuye su contenido de sólidos.



**Figura 17.** Prueba de overrun

El overrun es un parámetro de referencia, los helados con un porcentaje de aire inferior al 15% de aire incorporado serán más duros y pesados mientras que la sensación al comerlos puede no ser del todo agradable; por otra parte, un valor de overrun superior al 25% de aire incorporado representa un contenido de aire por encima de lo necesario lo cual genera helados que se derriten fácilmente en la boca mientras que el sabor puede disiparse rápidamente sin percibirse como se desea, además de que la estabilidad se modifica radicalmente provocando que el helado se derrita con mayor facilidad (Bartolo, 2005).

Es así que en la Figura 17 puede apreciarse que el helado elaborado con sorbitol presentó un mayor porcentaje de aireado, ligeramente superior al 25% indicado en la bibliografía, siendo del 26% aproximadamente en un tiempo de batido de 45min, de esta forma puede observarse como su contenido de aire es mayor al del resto de helados lo que le da una consistencia, cremosidad y dureza muy agradables, sin embargo, un porcentaje alto de overrun puede resultar contraproducente. Si el overrun es alto, la ganancia se vuelve mayor al obtener más producto de una misma mezcla, pero se corre el riesgo de que el helado no tenga una buena estabilidad y se derrita con facilidad (Ramírez, 2015), este valor agregado al resultado de la prueba de derretimiento es una evidencia clara de cómo la estabilidad se perdió al incorporarse más aire con resultados sensoriales solo un poco superiores a los del resto de las muestras.

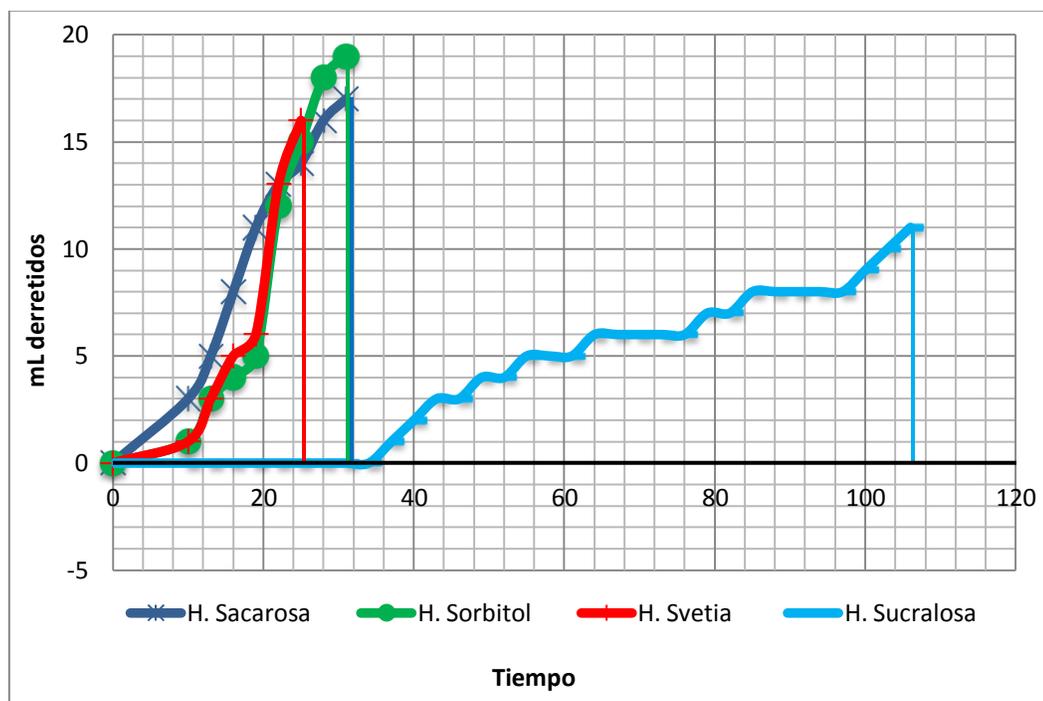
En la Figura 17 también puede apreciarse que el porcentaje final de aire captado por el resto de las mezclas de helado fue de aproximadamente 15% existiendo solamente leves variaciones como se puede apreciar en la Tabla 12, en tiempos de batido similares siendo de 42 min en el caso de la mezcla con sucralosa y de 39 min en las mezclas con sacarosa y Svetia.

Asimismo, puede observarse una tendencia adecuada respecto al aire atrapado en las muestras, estando dentro de los límites recomendados bibliográficamente los cuales oscilan entre un rango de 15-25% para garantizar la estabilidad del helado elaborado (Bartolo, 2005).

Con estos resultados se decidió descartar la base de helado elaborada con sorbitol ya que, pese a ser levemente más agradable y de mejor apariencia que el resto, se obtienen resultados muy similares en un menor tiempo de batido y sin sacrificar la estabilidad deseada en el helado obtenido partiendo de las bases formuladas.

### b) Prueba de derretimiento y caída de la primer gota

Los resultados obtenidos en esta prueba se graficaron para visualizar de forma clara y sencilla el comportamiento de las cuatro bases propuestas, así como un helado comercial (marca Holanda Zero Azúcar), con la finalidad de evaluar el comportamiento de los helados elaborados contra un helado comercial donde también se usan edulcorantes como agentes endulzantes. La velocidad de derretimiento manifestada por cada helado se muestra en la Figura 18.



**Figura 18.** Velocidad de descongelación de diferentes helados

Como se puede observar en la Figura 18, la base de helado elaborada con sucralosa e inulina tarda en derretirse en promedio 88 minutos, es decir, lo equivalente a una hora con veintiocho minutos. Con ello se demuestra que la velocidad de descongelamiento de dicha base es menor puesto que tarda más tiempo en descongelarse (caída de la primera gota) lo cual significa que posee mayor estabilidad que las otras 3 así como una mejor respuesta ante el derretimiento ocasionado por la temperatura, incluso mejor que el helado distribuido comercialmente, el cual tiene un tiempo de derretimiento de 46min.

Por otra parte, la muestra elaborada con Svetia presenta un comportamiento menos estable, es decir, su proceso de descongelamiento se lleva a cabo en un intervalo de tiempo más corto, siendo de aproximadamente 37 minutos

En el caso del helado comercial marca Holanda Zero y el helado elaborado con sacarosa, el proceso de descongelamiento se prolonga durante más tiempo, siendo de 46 y 40min respectivamente; estos resultados, a su vez, son un valor de referencia sobre productos comerciales y una forma de observar la importancia y funcionalidad del azúcar (sacarosa) como ingrediente crucial para la formación de cristales de hielo y por ende la necesidad de esta para la calidad del helado.

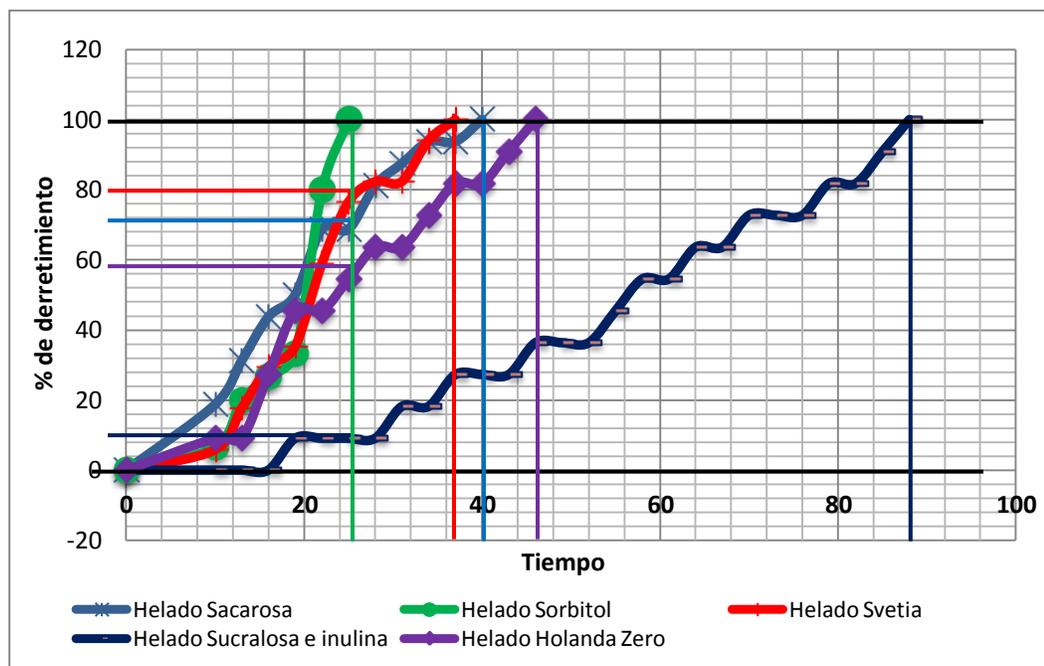
Es por la sustitución de este endulzante que la formación de cristales de hielo se ve afectada y al mismo tiempo se disminuye el contenido de sólidos en la muestra lo cual provoca menor estabilidad en las mezclas elaboradas (López y Sepúlveda, 2012); no obstante, el uso de algunos aditivos como son maltodextrina e inulina, aportan sólidos a la mezcla además de ser estabilizantes que ayudan otorgando cuerpo y textura al helado obtenido de las bases donde el azúcar fue sustituido.

Por este motivo, en el caso del helado elaborado con sorbitol se observó un tiempo de derretimiento que fue de tan solo 25min, este valor muestra que el helado obtenido al emplear este edulcorante, es muy inestable y se derrite fácilmente en un breve periodo de tiempo.

El punto anterior es de gran importancia, ya que como se pudo apreciar en los resultados sobre las tendencias de consumo en helados (página 53), la mayoría de los consumidores tardan un estimado de 10-30min en consumir una porción de helado, tiempo en el cual muchos helados comerciales se han derretido completamente lo cual no es de su agrado; por esta razón se consideró importante evaluar la estabilidad de los helados obtenidos a partir de diferentes bases así como el sabor de los mismos, como parámetros de referencia en la elección de una base de helado del agrado de los consumidores.

Por otra parte y para fines prácticos de interpretación, resulta más conveniente evaluar el derretimiento de cada muestra de helado mediante porcentajes, por ello se realizó el gráfico mostrado a continuación, en esta, pese a mostrarse el mismo comportamiento, se evalúa el porcentaje de derretimiento que presenta cada muestra, es decir, como se van derritiendo con el transcurso del tiempo.

La Figura 19 muestra los resultados obtenidos de la prueba de porcentaje de derretimiento, en esta se observa que al igual que en el caso de la velocidad de descongelación, la muestra elaborada con sucralosa e inulina es la que mas tarda en derretirse al 100% mientras que la elaborada con sorbitol es la que se derrite completamente en menor tiempo.



**Figura 19.** Porcentaje de Derretimiento (%)

Como se aprecia en la Figura 19, se observa que el helado con sorbitol se ha derretido completamente mientras solo hay un índice de derretimiento del 80%, 68%, 56% y 8% en el caso de los helados elaborados con svetia, sacarosa, Helado comercial (Holanda Zero) y sucralosa respectivamente.

A medida que aumenta el porcentaje de reemplazo de sólidos lácteos no grasos, el descongelamiento será cada vez más lento (López y Sepúlveda, 2012), por lo que la disminución en el contenido de sólidos presente en la base de helado elaborada con sorbitol es la causa principal del descongelamiento que se

manifestó en este helado ya que no hay suficiente aporte de sólidos no grasos para obtener la estabilidad deseada y a su vez es razón suficiente para explicar cómo el helado elaborado con sucralosa (inulina y maltodextrina agregadas) así como el helado comercial marca Holanda Zero (con una mezcla de estabilizantes y emulsificantes) son aquellos que tardan más en derretirse.

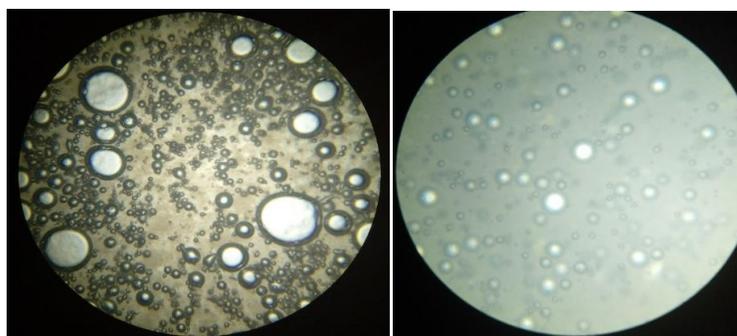
### c) Determinación del tamaño de glóbulo de grasa

El propósito de la homogenización es desintegrar y dividir finamente los glóbulos de la grasa en la mezcla con objeto de conseguir una suspensión permanente evitando que la grasa se separe del resto de los componentes y ascienda hacia la superficie por su menor peso (Cenzano, 2003), por esta razón las bases de helado fueron sometidas a homogenización y debido a que del tamaño del glóbulo depende la estabilidad de las bases, se determinó el tamaño de los glóbulos en cada una para conocer cuál sería más estable con base en este parámetro.

En la Tabla 13, se registraron los tamaños de glóbulo de grasa para cada muestra.

Tabla 13. Tamaño de glóbulo de grasa de diferentes mezclas de helado	
Tipo de Helado	Tamaño de glóbulo de grasa ( $\mu\text{m}$ )
Helado Holanda	0.36
Helado con Sacarosa	0.5
Helado con Svetia	0.60
Helado con Sorbitol	0.63
Helado con Sucralosa	0.54

En las Figuras 20 y 21 se pueden observar las fotografías captadas en el microscopio donde se observan los glóbulos de grasa en el helado comercial y el helado elaborado a partir de la base elaborada con sacarosa.



**Figuras 20 y 21.** Glóbulos de grasa en helado comercial y helado con sacarosa respectivamente.

Del mismo modo, las Figuras 22, 23 y 24 muestran los glóbulos de grasa de los helados elaborados con las bases formuladas empleando sveltia, sucralosa y sorbitol respectivamente.



**Figuras 22, 23 y 24.** Glóbulos de grasa en helado con sveltia, sucralosa y sorbitol respectivamente.

Al analizar los resultados mostrados en la Tabla 13 así como las Figuras 20, 21, 22, 23 y 24, es posible observar que en la muestra de helado elaborada con sorbitol, el tamaño del glóbulo de grasa es mayor que en los otros casos, ésta puede ser una explicación al porqué esta base de helado produce un helado más inestable al tener glóbulos de grasa más grandes que no son uniformes con el resto de la mezcla lo cual provoca su separación (Cenzano, 2003) y es otra justificación para dejar de lado el estudio de esta mezcla y continuar únicamente con el resto de las formulaciones; por su parte la base de helado elaborada con sacarosa es la que presenta menor tamaño de glóbulo de grasa seguido de la base elaborada con sucralosa lo cual se interpreta como mayor estabilidad en dichas bases de helado.

#### **d) Análisis de Costos**

Los costos son un aspecto de importancia al momento de elaborar nuevos productos, el precio de los productos desarrollados se vuelve un parámetro de importancia ya que de nada serviría elaborar un producto con propiedades sensoriales adecuadas si el costo por elaborarlo es tan elevado como para no estar dentro del poder adquisitivo de los consumidores y el producto en cuestión fracasaría inevitablemente o simplemente no saldría al mercado (Durán, 2012).

En la Tabla 14 se muestran los costos de los ingredientes empleados en la elaboración de las cuatro diferentes bases de helado mostrándose los costos adquiridos por los precios de la materia prima y el costo adquirido para elaborar 1L de helado con cada una de las bases.

**Tabla 14. Costos de los ingredientes y costo por formulación.**

Ingrediente	Costo por 1Kg de ingrediente	Costo por 1L de producto terminado (\$MXN)			
		F1	F2	F3	F4
<b>Agua</b>	2	0.9	0.9	1.0	0.9
<b>Leche en polvo</b>	117.5	14.0	14.0	14.0	14.0
<b>Grasa Vegetal</b>	33	3.3	3.3	3.9	3.3
<b>MRD</b>	12	0.02	0.6	0.6	0.6
<b>Jarabe de Maíz</b>	40	1.3	1.3	1.3	1.3
<b>Inulina</b>	125	-	-	1.8	-
<b>Monoglicéridos</b>	12	0.01	0.01	0.01	0.01
<b>Goma guar</b>	43	0.05	0.05	0.05	0.05
<b>Goma algarrobo</b>	65	0.05	0.05	0.05	0.05
<b>Carragenina</b>	186	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>Azúcar</b>	17	2.2	-	-	-
<b>Svetia</b>	250	-	32.4	-	-
<b>Sorbitol</b>	22	-	-	-	2.8
<b>Sucralosa</b>	900	-	-	0.23	-
<b>CMC</b>	93	0.08	0.08	0.08	0.08
<b>Benzoato de Sodio</b>	100	0.08	0.08	0.08	0.08
<b>Sorbato de Potasio</b>	210	1.6	1.6	1.6	1.6
<b>Total</b>		23.69	54.47	24.8	24.87
<b>F1: Formulación con azúcar común (sacarosa)</b>		<b>F2: Formulación con svetia</b>			
<b>F3: Formulación con sucralosa e inulina agregadas</b>		<b>F4: Formación con sorbitol</b>			

Una vez evaluados los parámetros funcionales y de calidad en helados se optó por descartar la formulación elaborada con sorbitol debido a que no era muy estable. No obstante, se consideró de interés evaluar los costos atribuidos a cada base para determinar si el costo era un factor de importancia en la selección de las bases de helado, las cuales, posteriormente fueron sometidas a una evaluación sensorial para seleccionar solo una como la mejor.

Con la finalidad de establecer el costo de elaboración, se determinó la cantidad de ingredientes necesarios para elaborar 1L de helado partiendo de las bases de helado formuladas; posteriormente, se investigó el costo de 1Kg de cada uno de los ingredientes y con base en el precio, se estimó el costo adquirido por cada base dependiendo la cantidad necesaria de cada ingrediente para producir 1L de helado (gramos necesarios según la formulación); finalmente, se realizó la

sumatoria de los costos por ingrediente obteniendo de esta manera el costo total atribuido a los insumos necesarios para la producción del helado correspondiente.

En la Tabla 14 es posible observar que el costo de producción de las cuatro bases de helado elaboradas fue de: \$23.69 para producir un litro de helado elaborado con sacarosa; \$24.8 para elaborar la misma cantidad de helado utilizando sucralosa (esto significa que el costo es solamente \$1.11 superior a la formulación con sacarosa y al mismo tiempo es la segunda más económica); \$24.87 es el costo de los insumos necesarios para elaborar un litro de helado empleando sorbitol y finalmente el costo para la elaboración de un litro de helado utilizando un edulcorante comercial (svetia) fue de \$54.47 (siendo ésta última la más costosa).

En la Tabla 15 se muestran los servicios necesarios para elaborar 100L de helado así como el costo que representan.

<b>Tabla 15. Costos atribuidos a servicios para producir 100L de helado.</b>			
<b>Servicio</b>	<b>Descripción</b>	<b>COSTO (\$MXN)</b>	
		<b>General</b>	<b>Producción (100L)</b>
<b>Mano de obra</b>	Jornada de 8 h	80	160
<b>Agua</b>	Por m <sup>3</sup>	8	5
<b>Electricidad</b>	kW/ h	0.79	5.15
<b>Gas</b>	Precio por kg	13.19	10.0
<b>Envase</b>	1 L	2.0	200
		<b>Total</b>	<b>380</b>

En la Tabla 15 se puede observar que el costo de servicios y mano de obra es de \$380 aproximadamente para producir 100L por lo que el costo por servicios adquirido para producir 1L de helado sería de \$3.8 lo cual se suma al costo por materias primas expresado en la Tabla 14.

De esta manera se obtienen los costos totales de elaboración de bases de helado empleando sacarosa, svetia, sucralosa y sorbitol siendo estos de \$27.49, \$58.27, \$28.6 y \$28.67 respectivamente.

Con base en estos resultados se observó que el precio no fue un factor clave en la selección de las bases, solamente en el caso de la formulación elaborada con svetia es donde se observa un gran aumento en cuanto al costo de producción por lo que se mantiene la decisión previa de descartar la base de helado elaborada con sorbitol con base en los parámetros de calidad que se analizaron así como su falta de estabilidad.

## Act. 2. Evaluación sensorial de los helados elaborados

Una vez concluidas las pruebas de estabilidad se llevó a cabo la evaluación sensorial con la ayuda de un panel de jueces semi entrenados, a continuación se muestran los resultados obtenidos del análisis sensorial aplicado a los tres helados elaborados con las bases desarrolladas, cuyos resultados sirvieron para seleccionar la mejor formulación (aquella que brinde las características organolépticas similares a las de un producto comercial) para la elaboración de una base de helado reducida en azúcares; para ello, las muestras se codificaron, de acuerdo a la normatividad (NMX-Z-12/1-1987) referente al uso de números aleatorios, evitando así una evaluación subjetiva basada en el número de muestra, asignando así la codificación que se muestra a continuación:

- 264: Helado elaborado con sacarosa
- 162: Helado elaborado con svertia
- 218: Helado elaborado con sucralosa

Para la evaluación sensorial se desarrollaron tres pruebas sensoriales, las cuales se describieron en el capítulo anterior, a continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada una de ellas.

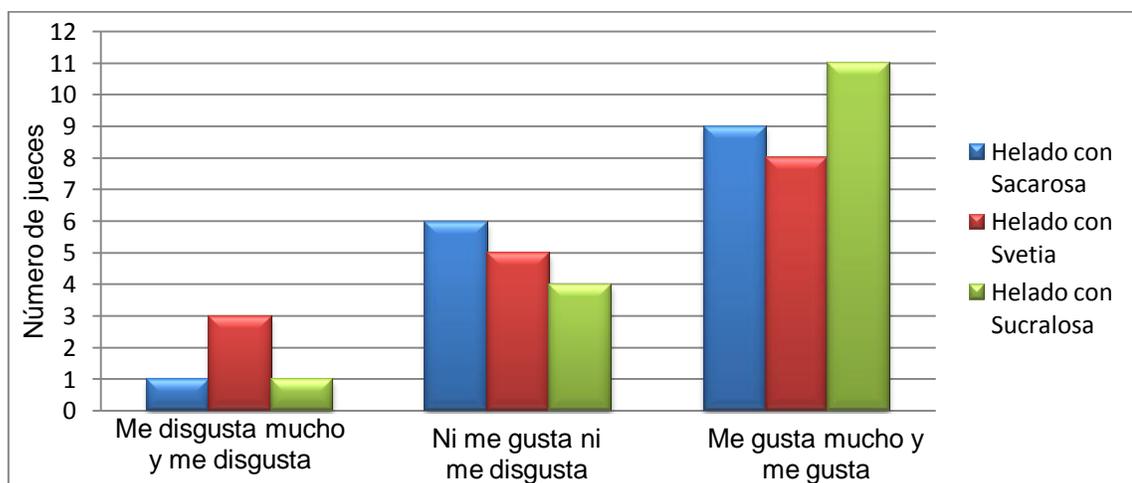
### a) Prueba de medición del agrado o de satisfacción

En el caso de la prueba de medición de agrado o de satisfacción se reportaron los valores obtenidos por un panel de 16 jueces semi-entrenados basados en el nivel de agrado o desagrado que percibieron al consumir las muestras. Para realizar un análisis de los valores obtenidos se requirió condensarlos en 3 apartados (Me gusta mucho y Me gusta, Ni me gusta ni me disgusta y Me disgusta mucho y me disgusta) siendo el primero y el último 1 solo respectivamente.

Después se realizó una sumatoria de los valores obtenidos para cada muestra y se procedió a tabularlos como se muestra en la Tabla 16.

<b>Tabla 16. Resultados de la prueba de nivel de agrado</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Me disgusta mucho y me disgusta</b>	<b>Ni me gusta ni me disgusta</b>	<b>Me gusta y me gusta mucho</b>
<b>264</b>	1	6	9
<b>162</b>	3	5	8
<b>218</b>	1	4	11

Una vez tabulados los resultados se procedió a realizar un gráfico, con la finalidad de visualizar de forma clara las preferencias que tuvieron los jueces para cada una de las muestras evaluadas tal y como se muestra en la Figura 25.



**Figura 25.** Resultados de la prueba de agrado

Con base en la Tabla 16 y la Figura 25 se puede observar rápidamente que en el caso de las tres muestras, los resultados obtenidos se inclinan hacia el agrado por las muestras, siendo muy pocos los jueces a los cuales les desagradaron las muestras por lo cual se puede deducir que el índice de aceptación es mayor al índice de rechazo, no obstante se puede notar que la muestra que presentó mayor aceptabilidad por parte de los jueces seleccionados fue la muestra 218 que corresponde a la formulación donde se sustituyó el contenido de azúcar por sucralosa, ya que la mayoría de los jueces percibe una adecuada cremosidad y un nivel de dulzor agradable comparado con las muestras 264 (azúcar comercial) y 162 (endulzante svetia).

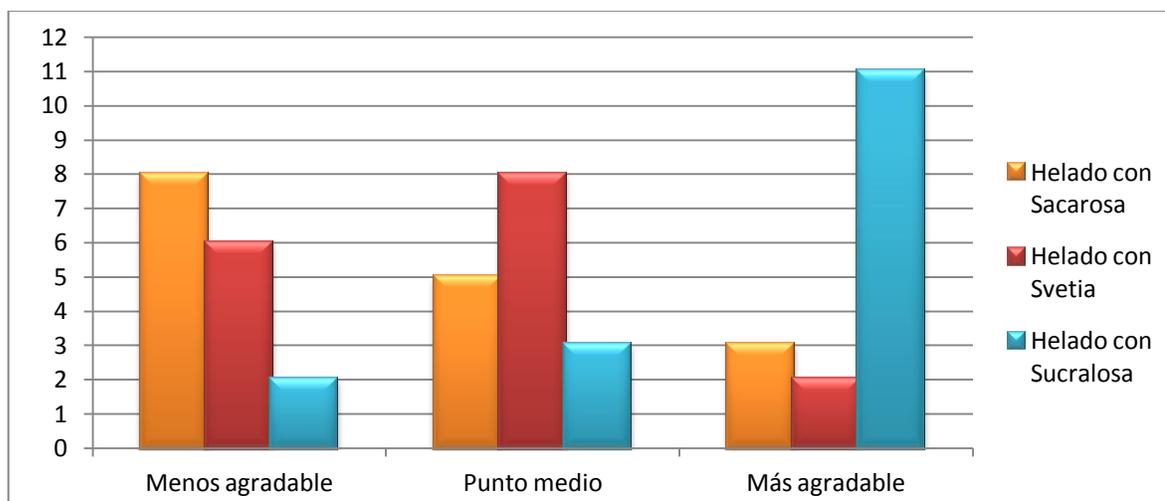
## b) Prueba de ordenamiento

Los resultados obtenidos se tabularon de acuerdo a la percepción de agrado y desagrado de los jueces (de menor a mayor) con la finalidad de realizar un conteo de los votos para cada muestra en cada uno de los niveles establecidos durante la prueba, como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Resultados de la prueba de ordenamiento			
# Muestra	Menos agradable	Punto medio	Más agradable
264	8	5	3
162	6	8	2
218	2	3	11

Como se puede apreciar en la Tabla 17, las muestras se han ordenado de menor a mayor nivel de agrado obteniendo una muestra con votos predominantes en cada uno de estos intervalos, mismos votos que fueron graficados como se muestra en la Figura 26.

A continuación se observan gráficamente los resultados obtenidos de la prueba de ordenamiento, mostrándose un helado predominante en cada uno de los intervalos, siendo estos los elaborados con sacarosa (anaranjado), svetia (rojo) y sucralosa (azul) respectivamente.



**Figura 26.** Resultados de la prueba de ordenamiento de acuerdo al nivel de preferencia

De esta forma, en la Figura 26 se puede apreciar que la muestra con sucralosa es la que tiene un mayor posicionamiento en cuanto al nivel de agrado, en este sentido, al analizar las observaciones realizadas por los jueces, se observó que había preferencia por esta muestra debido a que el nivel de dulzor es adecuado (bajo sin llegar a insípido); la cremosidad percibida al degustarla es agradable y no deja resabio tras ingerirla. En comparación, la muestra con svetia presenta un nivel de dulzor elevado, además que al degustarla se percibe una sensación gomosa e incluso en algunos casos se sentían pequeños cristales de hielo que no fueron de su agrado. Por otra parte, en la muestra con sacarosa se identificó un resabio grasoso en la boca el cual desagradaba, además de presentar un dulzor intenso y pérdida de consistencia con el cambio de temperatura, siendo estas las razones por lo que esta última es la muestra que se consideró como la más desagradable según las observaciones de los jueces.

### c) Análisis de perfil de atributos

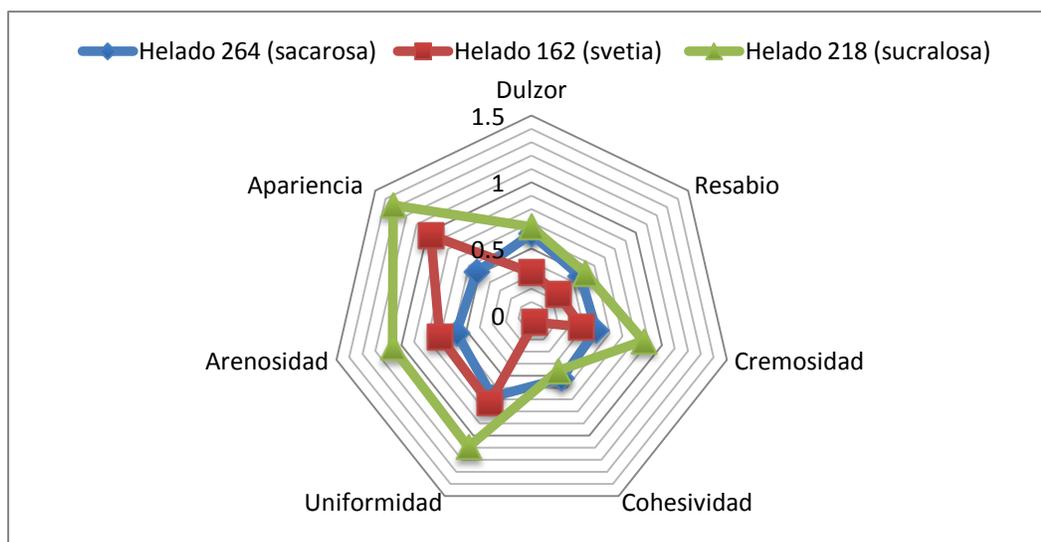
Para el análisis individual de los atributos se compararon los valores resultantes de cada atributo en cada una de las muestras contra una puntuación intermedia (ni me gusta ni me disgusta) calculando valores de  $F_c$  para cada muestra y cada atributo evaluado y se tabularon estos resultados como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18. Resultados de $F_c$ (Factores calculados) y $F_t$ (Factor de Tablas) para determinar la variación de los resultados atribuida a las muestras.								
Muestra	$F_c$ D	$F_c$ R	$F_c$ C	$F_c$ Co	$F_c$ U	$F_c$ Ar	$F_c$ Ap	$F_t$
264	0.61	0.46	0.49	0.52	0.67	0.57	0.52	4.54
162	0.32	0.25	0.38	0.05	0.72	0.70	0.96	4.54
218	0.66	0.51	0.86	0.46	1.09	1.06	1.32	4.54
<b>Nota.</b>								
D= Dulzor C= Cremosidad U= Uniformidad Ap= Apariencia $F_t$ = Factor de tablas R= Resabio Co= Cohesividad Ar= Arenosidad $F_c$ = Factor calculado								

Como se puede observar en la Tabla 18, los valores que cada atributo presentó respecto al  $F_c$  presentan diferencias no significativas, esto con un nivel de confianza del 99%, siendo los valores obtenidos para cada muestra, menores al factor de tablas (teórico) reportado bibliográficamente. Sin embargo, esta interpretación permite observar las diferencias existentes al comparar la relación de todas las muestras contra un punto intermedio. En otras palabras, los atributos considerados durante la evaluación sensorial son de gran importancia para la aceptación del producto en el área comercial.

Una vez tabulados los resultados obtenidos de cada atributo y las tres muestras presentadas a los jueces, se procedió a realizar una interpretación gráfica de las mismas empleando un gráfico radial (comúnmente conocido como gráfico de telaraña) la cual se muestra en la Figura 27 y permite observar con mayor claridad las diferencias existentes para cada atributo con la finalidad de determinar aquella muestra cuyos atributos sean los de mayor agrado y brinden satisfacción a los consumidores.

En la Figura 27 se observa que se realizó un análisis de forma individual comparando los resultados obtenidos del análisis de las tres muestras evaluadas contra una puntuación intermedia (no gusta pero tampoco disgusta) en cada uno de los 7 atributos evaluados por los jueces y los resultados se interpretaron como se describe a continuación:



**Figura 27.** Gráfico radial de atributos evaluados

En el caso de la apariencia las tres muestras presentan diferencias significativas, debido a que los jueces percibieron variaciones en cuanto al tiempo de descongelamiento al finalizar la prueba sensorial, por ejemplo, la muestra 264 se derritió con mayor facilidad a comparación de las muestras 162 y 218, siendo la última la que presenta una mayor estabilidad, se cree que esto se debió al uso de maltodextrina e inulina las cuales le confieren cuerpo y estabilidad al helado.

En cuanto al dulzor existen diferencias significativas al comparar las muestras 264 y 218, contra la muestra 162, ya que esta última presentó un dulzor excesivo que no fue del agrado de los jueces, sin embargo, aún entre las muestras 264 y 218 se presentó una diferencia poco significativa ya que el dulzor percibido por los jueces es el comúnmente asociado con el producto comercial.

Otro de los atributos analizados es el resabio que las muestras podían presentar debido al uso de los diferentes edulcorantes; en el caso de la muestra 162 (svetia) el panel de jueces tuvo una mayor percepción del resabio, es decir, tras consumir el producto percibieron sensación causada por el nivel de dulzor de la muestra. Así mismo las muestras 264 y 218 presentan pequeñas diferencias en cuanto al resabio que dejan tras consumirlas, debido a que la muestra 264 deja una sensación grasosa en el paladar mientras que la muestra 218 fue del agrado para los consumidores.

La cremosidad que presentó la muestra 218 fue de mayor agrado a consecuencia de los ingredientes utilizados en esta formulación, ya que algunos de ellos le brindan este atributo; por otra parte, al comparar las muestras 264 y

162 se observa preferencia por la primera puesto que, al mantener el porcentaje de azúcar intacto, este le confiere al producto una apariencia y sensación cremosa que resultó agradable.

Al evaluar la uniformidad y arenosidad de las muestras, se presentaron diferencias significativas para ambos atributos; al comparar las muestras 264 y 162 contra la muestra 218, se aprecia que, mientras que en la muestra 218 se tiene un helado uniforme y sin sensación de arenosidad; en las muestras 264 y 162 los jueces percibieron pequeños cristales, así como una sensación arenosa la cual podría ser causada por la forma en la que se cristalizaron las muestras durante el congelamiento.

Finalmente, con respecto al atributo de cohesividad se determinó que la muestra 162 fue la de menor agrado lo cual se atribuye a la composición del edulcorante utilizado (svetia) el cual le proporcionó una sensación elástica ocasionando que al degustar se adhiriera fácilmente al paladar así como al tomar la muestra para evaluarla se despegará con mayor dificultad del vaso; mientras que en el caso de la muestra 264 se presentó un comportamiento muy similar al comercial por lo cual fue la de mayor agrado. En el caso de la muestra 218, se presentó un nivel de agrado un poco menor debido al aumento de la viscosidad lo cual ocasionaba una leve cohesión en la cuchara al momento de tomar la muestra para consumirla sin llegar a ser desagradable.

Además del análisis de cada muestra, se realizó el estudio de la varianza entre muestras y se obtuvieron los cuadros ANOVA para cada atributo los cuales se muestran en las Tablas 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 25.

**Tabla 19. Cuadro ANOVA para el DULZOR de las muestras**

Fuente de la variación	gl	SC	CM	F	F <sub>tab5</sub>
<b>Muestras</b>	2	8.63	4.32	1.5	3.32
<b>Jueces</b>	15	109.32	7.29	<b>2.53</b>	2
<b>Errores</b>	30	86.53	2.88		
<b>Total</b>	47	204.49			

**Tabla 20. Cuadro ANOVA para el RESABIO de las muestras**

Fuente de la variación	gl	SC	CM	F	F <sub>tab5</sub>
<b>Muestras</b>	2	6.42875	3.21	1.07	3.32
<b>Jueces</b>	15	133.005	8.87	<b>2.95</b>	2
<b>Errores</b>	30	90.2846	3.01		
<b>Total</b>	47	229.718			

En el caso del dulzor y el resabio (Tabla 19 y 20) no se presentaron diferencias significativas entre las muestras y solamente hay variaciones significativas en los resultados de al menos uno de los resultados externados por los jueces, esto con un nivel de confianza del 95%.

**Tabla 21. Cuadro ANOVA para la CREMOSIDAD de las muestras**

Fuente de la variación	gl	SC	CM	F	F <sub>tab<sub>5</sub></sub>
<b>Muestras</b>	2	12.5	6.25	2.09	3.32
<b>Jueces</b>	15	72.3125	4.82	1.62	2
<b>Errores</b>	30	89.5	2.98		
<b>Total</b>	47	174.313			

En la Tabla 21 (cremosidad), no se presentaron diferencias significativas entre los resultados obtenidos.

**Tabla 22. Cuadro ANOVA para la COHESIVIDAD de las muestras**

Fuente de la variación	gl	SC	CM	F	F <sub>tab<sub>5</sub></sub>
<b>Muestras</b>	2	20.1354	10.1	<b>3.54</b>	3.32
<b>Jueces</b>	15	133.495	8.9	<b>3.13</b>	2
<b>Errores</b>	30	85.3646	2.85		
<b>Total</b>	47	238.995			

**Tabla 23. Cuadro ANOVA para la UNIFORMIDAD de las muestras**

Fuente de la variación	gl	SC	CM	F	F <sub>tab<sub>5</sub></sub>
<b>Muestras</b>	2	20.0417	10	<b>3.76</b>	3.32
<b>Jueces</b>	15	97.4792	6.5	<b>2.44</b>	2
<b>Errores</b>	30	79.9583	2.67		
<b>Total</b>	47	197.479			

**Tabla 24. Cuadro ANOVA para la ARENOSIDAD de las muestras**

Fuente de la variación	gl	SC	CM	F	F <sub>tab<sub>5</sub></sub>
<b>Muestras</b>	2	21.2917	10.6	<b>4.79</b>	3.32
<b>Jueces</b>	15	135.979	9.07	<b>4.08</b>	2
<b>Errores</b>	30	66.7083	2.22		
<b>Total</b>	47	223.979			

**Tabla 25. Cuadro ANOVA para la APARIENCIA de las muestras**

Fuente de la variación	gl	SC	CM	F	F <sub>tab5</sub>
<b>Muestras</b>	2	20.375	10.2	<b>4.35</b>	3.32
<b>Jueces</b>	15	81.3333	5.42	<b>2.31</b>	2
<b>Errores</b>	30	70.2917	2.34		
<b>Total</b>	47	172			

En el caso de la cohesividad, uniformidad, arenosidad y apariencia (Tablas 22, 23, 24 y 25 respectivamente) los resultados obtenidos presentaron diferencias significativas tanto en los resultados arrojados por las muestras así como los jueces. Los resultados obtenidos tienen un nivel de confianza del 95% y fueron de interés en la toma de decisiones realizada a continuación.

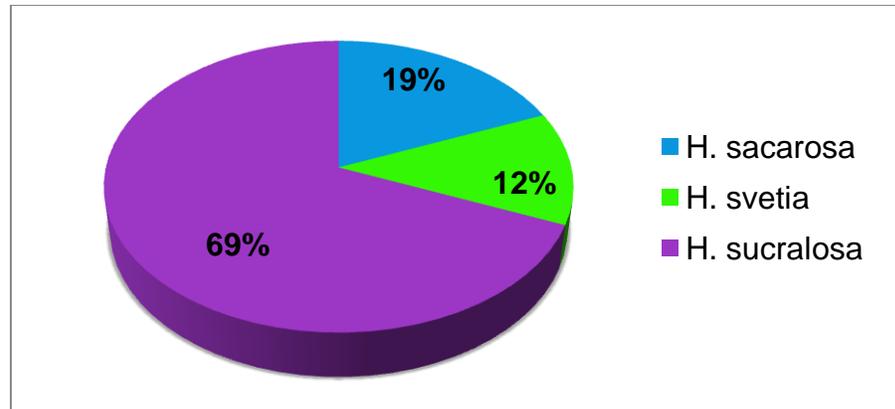
Las diferencias significativas, resultado de algunas propiedades, se deben principalmente a las diferencias que se observan entre las muestras ya que la cohesividad, uniformidad, arenosidad y apariencia fueron parámetros que variaron mucho dependiendo de los componentes utilizados en cada una de las formulaciones, sin embargo en aspectos relacionados por el agrado del producto (dulzor, resabio y cremosidad) el agrado fue similar y en general se aceptaron las propiedades del producto. Por otra parte, las diferencias significativas encontradas en el criterio de los jueces, se debe en gran parte a la apreciación y gustos personales que cada uno tiene del producto ya que en helados hay diversos tipos para el agrado de diferentes consumidores (suaves, cremosos, duros, etc).

Como resultado de esta evaluación sensorial se llegó a la conclusión de que los atributos evaluados por los jueces fueron importantes, ya que con estos se pudieron comparar las características necesarias que ayudan a describir a un helado y poder con ellas medir que tanto se acercaban las formulaciones elaboradas en el laboratorio contra un helado comercial.

Con base en los resultados obtenidos, se determinó que la muestra seleccionada fue aquella con la codificación 218 (azúcar sustituida por sucralosa e) debido a que esta muestra presenta, en la gran mayoría de los atributos evaluados un nivel de aceptación superior, por lo tanto se dedujo que esta muestra es la opción más viable para analizar y destinar a la distribución y venta comercial.

Como se observa en la Figura 28, la muestra de helado con svetia (muestra 162) es la que menos le agrado al panel de jueces, mientras que la muestra de helado con sucralosa (muestra 218) fue aquella que tuvo una mayor preferencia, puesto que está presenta una cremosidad elevada, lo cual le confiere una

aparición agradable. En el caso del helado con sacarosa (muestra 264) no les agrada ni les desagrada, consideran al producto en un término intermedio puesto que las características que percibieron son similares a las del comercial, diferenciándose un poco en el dulzor.



**Figura 28.** Resultados de la prueba de ordenamiento de acuerdo al nivel de agrado.

Una vez culminada la evaluación sensorial en donde se obtuvo que la formulación elegida por el panel de jueces semi entrenado fue la correspondiente a la elaborada con sucralosa e inulina (muestra número 218) se realizó de nueva cuenta dicha formulación y se procedió a realizar el AQP y análisis microbiológico necesarios que permitieran corroborar que sus propiedades se encuentran dentro de los rangos establecidos por la normatividad vigente, así como garantizar que se ofrece a los consumidores un producto que no es dañino o que perjudique su salud y bienestar.

### **Act. 3. Análisis de la base de helado seleccionada**

Una vez seleccionada una base de helado acorde a los resultados obtenidos en las pruebas de calidad y estabilidad así como el análisis sensorial, se consideró de importancia garantizar la calidad (química y microbiológica) de dicha base, esto con la finalidad de promover un producto que no afecte a la integridad de los consumidores. Con base en esta premisa se muestran los resultados de los análisis obtenidos de los análisis correspondientes.

#### **a) Análisis Químico Proximal de la base de helado**

El análisis AQP (humedad, proteínas, grasa, cenizas y carbohidratos) de la base de helado fue realizado conforme las técnicas mencionadas en la Tabla 6 (página

35), además de la determinación de fibra dietética empleando el método enzimático – gravimétrico con base en la metodología descrita por la AOAC (Kit de ensayo de fibra dietética [manual] y método AOAC985.29, 1990).

En la Tabla 26 se aprecian los resultados promedio obtenidos de dichas determinaciones (promedios obtenidos de un triplicado para cada metodología) y el valor reportado bibliográficamente en tablas de composición de alimentos.

<b>Tabla 26. Resultados del Análisis Químico Proximal de la base de helado</b>			
Determinaciones	Resultado experimental obtenido (%)	C.V. (%)	Bibliografía (%) <sup>a</sup>
% Humedad	59.6 ± 0.02	0.03	61.0
% Proteína	4.3 ± 0.24	5.58	3.5
% Grasa	16.8 ± 0.27	1.61	11.0
% Cenizas	0.8 ± 0.01	1.25	0.2
% Azúcares	8.6 ± 0.23	2.67	23.6
%Fibra dietética	8.7 ± 0.03	0.34	0.7

a: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), 2007. Tablas de composición de alimentos de Centroamérica.

En primer lugar, es importante remarcar la veracidad y confiabilidad de los resultados obtenidos con base en el coeficiente de variación resultado de las repeticiones realizadas (menor a 5% en todos los casos excepto en la determinación de proteína, aunque no supera el 10%).

Como se demuestra en el porcentaje de humedad, los valores obtenidos son muy parecidos a los reportados por la bibliografía siendo estos últimos ligeramente superiores a los obtenidos; estos valores dependen únicamente de la formulación empleada y es por ello que el helado elaborado puede contener un poco menos de agua, no obstante, esto permite el uso de otros ingredientes que toman el lugar de esta pequeña variación en el contenido de agua lo cual puede modificar ligeramente las propiedades tanto de estabilidad como sensoriales en el helado.

Posteriormente, se observó un contenido de proteínas ligeramente superior al reportado en la bibliografía, esto además de deberse a la formulación empleada, puede atribuirse al contenido elevado de proteínas en la leche en polvo utilizada como materia prima.

Por otra parte, se observa una diferencia radical entre el contenido de grasa determinado y el reportado; este aumento, sin embargo, fue completamente intencional al buscar mejorar las propiedades del helado elaborado, ya que como se pudo apreciar en el apartado de la funcionalidad de los ingredientes (página 23), la grasa juega un papel fundamental al aportar estabilidad, evitar el derretimiento, promover la incorporación del aire así como otros ingredientes y beneficiar en el desarrollo y formación de cristales de hielo.

El porcentaje de cenizas por su parte, tiene un valor similar al reportado y su diferencia se atribuye a la formulación, por lo tanto la variación se debe a los componentes minerales agregados así como las diferencias en la forma de elaboración respecto al proceso comercial.

Tomando en cuenta el contenido de azúcares se observa una enorme diferencia respecto al valor reportado por la bibliografía, no obstante, este valor se debe a la sustitución total de la sacarosa empleada en las formulaciones convencionales por sucralosa, cuyo dulzor es de 500-600 veces más intenso que el azúcar común, provocando que el contenido de azúcares dependa únicamente del jarabe de maíz y la lactosa de la leche que se utilizó en la formulación, así mismo esta disminución en los azúcares se relaciona con el contenido de fibra ya que los componentes empleados para sustituir el azúcar aportaron principalmente fibra.

Finalmente, el contenido de fibra muestra un valor superior al reportado en la bibliografía, esto era de esperarse al haber sustituido en la formulación base a la sacarosa por maltodextrinas resistentes e inulina, las cuales son cuantificadas como fibra dietética.

Se determinó el uso de estos ingredientes por sus propiedades funcionales que a su vez benefician las propiedades sensoriales del helado elaborado con estos ingredientes y que a su vez aportan su contenido directamente al porcentaje de fibra dietética.

Al haber sustituido el azúcar y utilizar fuentes de fibra como agentes de relleno, se disminuyó el contenido de azúcar por encima del 25% respecto a la formulación original catalogando al producto como una base de helado reducida en azúcares según la NOM-086-SSA1-1994, que a su vez ha disminuido su aporte calórico en un 18% por porción respecto a la formulación original como se muestra a continuación en la Tabla 27.

**Tabla 27. Aporte energético por porción de helado**

Componente	%	g/ porción	Aporte calórico*	Kcal
<b>Grasa</b>	16.8	10.5	9 kcal/g	94.5
<b>Proteína</b>	4.3	2.6	4 kcal/g	10.4
<b>Carbohidratos</b>	8.6	5.3	4 kcal/g	21.2
<b>Total</b>				126.1Kcal

\* Robinson, C. (2005). Fundamentos de nutrición normal (4ª ed).

Utilizando la etiqueta de un helado comercial marca Holanda, se registró el contenido de azúcares y grasa que este helado aporta y se comparó contra los componentes aportados por la base de helado elaborada, además de calcularse el porcentaje de reducción de los diferentes componentes respecto al producto comercial como se muestra en la Tabla 28.

**Tabla 28. Porcentaje de reducción en la base elaborada**

	Etiqueta de helado comercial	Base elaborada	% Reducción	¿Se reduce?	
				SI	NO
<b>Reducido en azúcares</b>	19.2%	8.6%	55.2	X	
<b>Reducido de grasa</b>	7.1%	16.8%	No hay reducción		X
<b>Reducido en calorías</b>	161.6Kcal	126.1Kcal	22.0	X	

Con base en estos resultados se puede apreciar que existe un incremento en el contenido de grasa, no obstante, este componente le brindó a la base de helado muchas propiedades sensoriales que fueron del agrado de los consumidores. Por su parte, la sustitución total de la sacarosa por sucralosa disminuyó el contenido de azúcares de la base en un 55.2% respecto al contenido de azúcar del helado comercial además de disminuir el aporte calórico en un 22.0% respecto a lo que se reporta en su envase; por lo tanto, la base elaborada se considera reducida en azúcares de acuerdo a los requerimientos establecidos por la norma NOM-086-SSA1-1994 la cual especifica un porcentaje mínimo de reducción del 25% para que el producto pueda ser considerado reducido en azúcares; por otra parte, el producto presenta una reducción de calorías del 22.0% por lo que no podría considerarse reducido en calorías ya que el porcentaje de reducción en el aporte calórico no cumple con el 25% mínimo indicado por la normatividad vigente.

## b) Análisis microbiológico de la base de helado

En la Tabla 29 se muestran los resultados obtenidos al realizar el análisis microbiológico de la base de helado, realizando cada una de las determinaciones por duplicado, con la finalidad de corroborar que la base de helado se encontrara dentro de los límites permitidos por la normatividad vigente (apartado de especificaciones microbiológicas), establecidos en la NOM-243-SSA1-2010.

**Tabla 29.** Resultados del Análisis microbiológico de la base de helado

Microorganismo	Límites Permitidos	Resultados experimentales
<b>Coliformes Totales</b>	≤ 50 UFC/g o ml	20 UFC/g
<b>Coliformes Fecales</b>	≤ 10 NMP/g	Ausencia
<b><u>Salmonella spp.</u></b>	Ausencia en 25g	Ausencia en 25g
<b><u>Staphylococcus aureus</u></b>	≤100 UFC/g o ml	0 UFC/g
<b>Mohos y Levaduras</b>	50 UFC/g o ml	10 UFC/g
<b>Mesofílicos Aerobios</b>	100,000 UFC/g o ml	76 UFC/g

Los resultados obtenidos muestran que la base de helado elaborada tuvo una carga microbiológica menor al límite máximo de microorganismos referidos por la NOM-243-SSA1-2010, lo cual indica que el producto es apto para su consumo.

Por otra parte, los resultados obtenidos también indican que el proceso de pasteurización al cual se sometió el producto tiene la efectividad necesaria para garantizar la obtención de una base de helado libre de microorganismos patógenos; además de ser una evidencia de buenas prácticas de manufactura al momento de su elaboración.

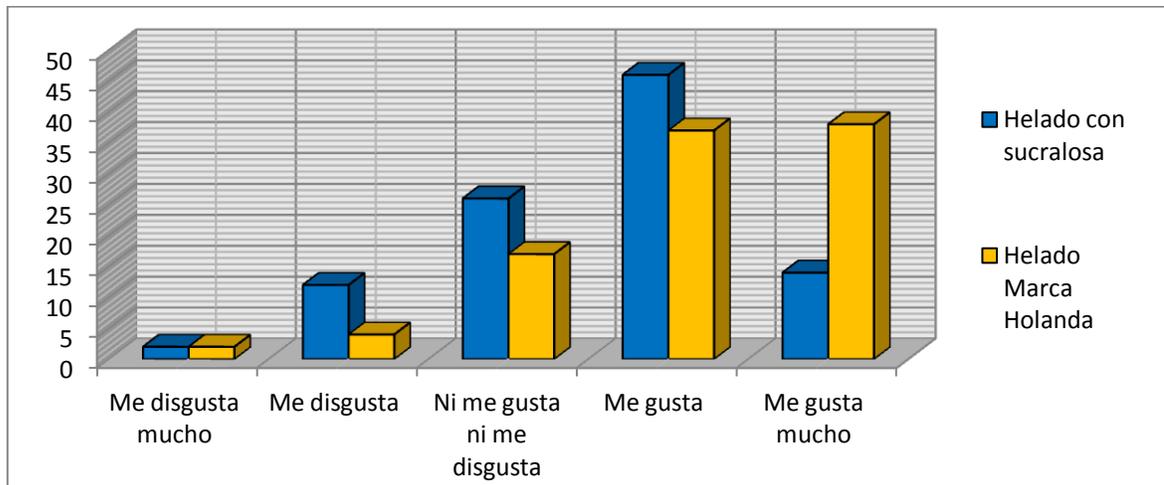
### **Act. 4. Prueba de aceptación o rechazo del producto final (prueba hedónica)**

Las propiedades sensoriales en la elaboración de nuevos productos influyen directamente en la aceptación de estos nuevos productos ante el público al cual están dirigidos. La evaluación sensorial sirve como herramienta para definir el grado de aceptación que tendrá cualquier producto antes de salir al mercado (Cordero, 2003).

Como se mencionó anteriormente, esta prueba fue realizada a 100 consumidores potenciales, sin capacitación previa, los cuales en su mayoría, son consumidores de habituales de helados. Para realizar la prueba, les fueron proporcionadas dos muestras, una con el helado obtenido a partir de la base de

helado elaborada utilizando saborizante de vainilla así como colorante artificial amarillo y una muestra de helado comercial con sabor a vainilla (marca Holanda).

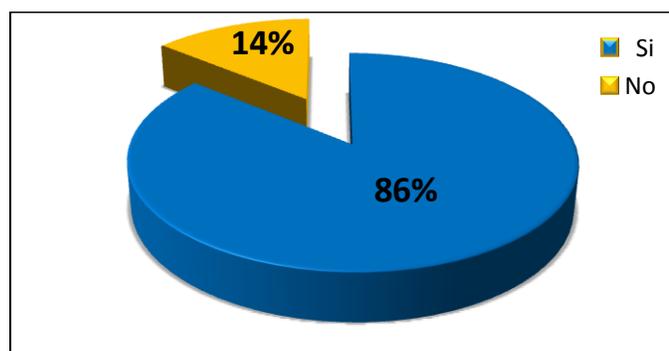
La prueba comenzó midiendo el agrado general de ambas muestras utilizando una escala hedónica determinada por cinco puntos (me disgusta mucho, me disgusta, ni me gusta ni me disgusta, me gusta y me gusta mucho) pidiendo a los jueces que marcarán la respuesta que mejor describiera su agrado por ambas muestras, estos resultados pueden verse en la Figura 29.



**Figura 29.** Resultados de la prueba de agrado

Como se puede apreciar en la prueba de agrado hacia ambas muestras, a gran parte de los consumidores les gusta mucho el helado comercial marca Holanda, punto en el cual el helado elaborado con sacarosa se vio superado, sin embargo, el helado obtenido de la base elaborada resultó ser del agrado de los jueces como se observa en el apartado “Me gusta” estando las respuestas centradas en un punto medio inclinado hacia la aceptación del producto elaborado.

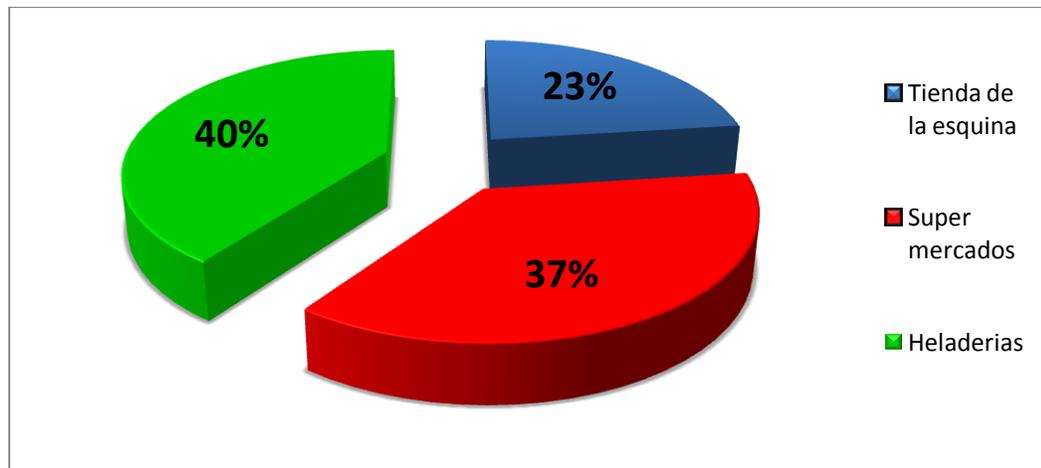
Esta aceptación puede observarse con mayor facilidad al interpretar los resultados obtenidos de forma gráfica, como se muestra en la Figura 30.



**Figura 30.** Índice de aceptación del helado obtenido de la base elaborada

Esta Figura surge de la sumatoria de los apartados que indican agrado para el consumidor (me gusta y me gusta mucho) mientras se compara con la sumatoria de los apartados que indican desagrado (me disgusta y me disgusta mucho); claramente se observa que a pesar de no tener la misma aceptación que el helado comercial, se puede apreciar un enorme índice de aceptación siendo el rechazo poco significativo; de los 100 potenciales consumidores que fueron encuestados el 86% dijo haberle agradado el producto e inclusive mencionan que estarían dispuestos a comprarlo mientras que solamente el 14% rechazó la opción de consumirlo.

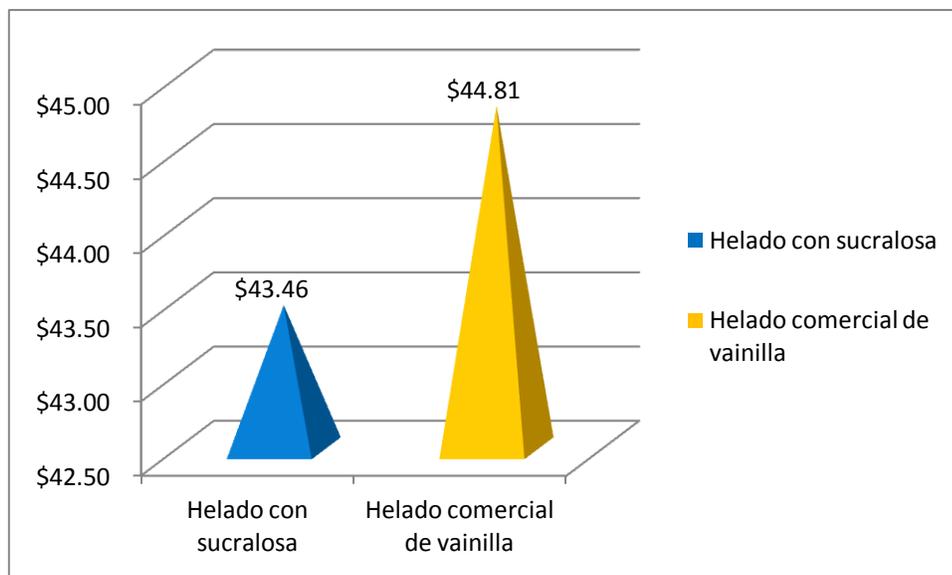
Asimismo, se preguntó a los consumidores el lugar donde les gustaría adquirirlo y las respuestas se representaron gráficamente como se muestra en la Figura 31.



**Figura 31.** Lugares donde los consumidores quisieran adquirir este producto

En este caso, fueron las heladerías el lugar donde los consumidores prefieren adquirir el helado (40%) además de supermercados como la segunda opción más habitual (37%) y solamente el 23% dicen adquirir este producto en tiendas locales.

Finalmente, se preguntó el precio que los consumidores estarían dispuestos a pagar por 1L de helado de cada una de las muestras, y el resultado promedio se graficó como se observa en la Figura 31.



**Figura 31.** Precio que los consumidores potenciales estarían dispuestos a pagar

Por último, es importante mencionar que los precios establecidos por los consumidores, los cuales se graficaron en la Figura 31, se encuentran dentro del margen de precio que fue calculado en el análisis de costos realizado (página 67), lo cual establece que el producto elaborado ha sido sensorialmente aceptado por los consumidores, y tiene un precio el cual estarían dispuestos a pagar, por lo que no resulta imposible su distribución ni tampoco su elaboración y es una alternativa de consumo para aquellos consumidores que tienen limitaciones en la ingesta de productos con alto contenido de azúcares además de tener una pequeña reducción en calorías respecto a otros productos comerciales; por ende, puede ser una alternativa de consumo para algunas personas con problemas de sobrepeso o limitaciones hacia productos con alto aporte calórico además de consumidores que buscan únicamente cuidar su salud (Robinson, 2005).

## CONCLUSIONES

---

Se logró elaborar una base de helado reducida en azúcares la cual fue aceptada por los consumidores cuando fue empleada para elaborar helado.

La base de helado fue elaborada bajo las buenas prácticas de manufactura y su carga microbiana se encuentra dentro de los límites establecidos por la normatividad vigente (NOM-243-SSA1-2010), lo que significa que no representa riesgo sanitario para la integridad de los consumidores.

Se pudo apreciar que la evaluación de los parámetros de calidad propios de cada producto son de suma importancia, en el caso de los helados fue muy importante evaluar el overrun, derretimiento y estabilidad ya que son indicadores de un producto de calidad y propician la aceptación por parte de los consumidores.

El producto elaborado ha sido denominado como un producto reducido en azúcares ya que se logró alcanzar un porcentaje de disminución del 55.2% respecto a otros helados comerciales al eliminar totalmente el contenido de sacarosa en la formulación, por tanto, la reducción de azúcares fue mayor a lo indicado por la normatividad vigente (25%) por lo que puede ser consumido por personas cuyo consumo de azúcar está limitado.

Al sustituir componentes cuya funcionalidad es vital para la elaboración de un producto, es necesario buscar aquellos aditivos que otorguen las características necesarias para igualar o superar el aporte de funcionalidad que brindaba el componente original; al sustituir la sacarosa, no solamente fue necesario buscar otro agente endulzante sino que en todas las sustituciones fue necesario agregar componentes de “relleno” que aportaran funcionalidades similares a las de la sacarosa en las propiedades sensoriales del producto elaborado, por este motivo, en nuestro caso se realizó la sustitución de la sacarosa por sucralosa usando maltodextrina resistente a la digestión así como inulina como agentes de “relleno” los cuales aportaron fibra, procurando de esta manera, la salud de nuestros consumidores.

Para que nuevos productos sean puestos en venta y distribuidos comercialmente, no solo es importante su composición sino también la modificación de los mismos de manera que sus atributos sean modificados para igualar o mejorar la aceptación por parte de los consumidores a quienes está dirigido comparado con el producto original; el uso de maltodextrinas resistentes a la digestión así como inulina, además de no aportar calorías al producto, sirvió como auxiliar en la funcionalidad que se perdió al eliminar la sacarosa de la

formulación, esto, sumado al aumento de la grasa, lo cual otorgó mejores características sensoriales al producto, concluyó en la aceptación del helado fabricado empleando la base de helado elaborada.

Aun cuando las propiedades de los productos son importantes, el costo que conlleva su elaboración también lo es, ya que por muy buenos y de calidad que sean los productos elaborados, si el precio es demasiado elevado, no serán accesibles para gran parte de los consumidores lo cual limitará su posible éxito; es así que el producto es aceptado y puede ser elaborado y distribuido, ya que el cálculo de costos atribuidos a la elaboración del producto, resultó menor que el costo el cual los consumidores estarían dispuestos a pagar, además de que generalmente hay una disminución en los costos de los insumos cuando se compran en cantidades mayores.

Los consumidores cada vez se vuelven más selectivos y demandantes, además de que se preocupan cada vez más por consumir productos saludables y que otorguen beneficios a su salud, por lo que el campo de aplicación de la ingeniería de alimentos va en aumento, así como la diversificación de productos enfocados en satisfacer estas necesidades.

## RECOMENDACIONES

---

Se considera de interés continuar este trabajo, para reducir el contenido de grasa, así como el aporte calórico en mayor medida, para desarrollar una base que permita la elaboración de un helado más saludable para el sector de consumidores que necesitan limitar su consumo de azúcares, grasas y tienen la necesidad de controlar su consumo de calorías en general.

El producto elaborado fue comparado únicamente utilizando colorantes y saborizantes para asemejarse a productos comerciales, podría resultar interesante evaluar el comportamiento de la base de helado con otros ingredientes añadidos en su formulación como pueden ser frutas, galleta u otro tipo de complementos y contrastar su sabor contra una gama más amplia de productos distribuidos comercialmente.

## REFERENCIAS CONSULTADAS

---

1. Alais, Ch. (1998). *Ciencia de la leche (12ª ed)*. México: Compañía Editorial Continental S.A. de C.V.
2. Alais, Ch. (2000). *Scienza del latte (3ª ed)*. Milán, Italia: Techniche Nuove.Milano.
3. Alvarado, A. (2018). Beneficio de la leche. *Contigo Salud*. Recuperado de: <http://www.contigosalud.com/beneficios-de-la-leche>
4. Antonio y Nuñez, comunicación personal, 2018.
5. Badui, S. (2013). *Química de los alimentos*. México: PEARSON.
6. Bartolo, E. (2005). Guía para la elaboración de helados. Recuperado de: <http://www.teknoar.com.ar/guiaelaboracionhelados.pdf>
7. Basurto, L. (2001). Emulsionantes y estabilizantes en los helados. Recuperado de: <http://alnicolsa.tripod.com/estabili.htm#2Definiciones>
8. Bolliger, S., Goff, H. & Tharp, B. (2000). Correlation between colloidal properties of ice cream mix and ice cream. *Int Dairy Journal*, 10 (4): 303-309.
9. Belitz, H. & Grosch, W. (2009). *Food Chemistry (4ª ed)*. Alemania: Springer-Verlag.
10. Calorie Control Council (2018). Maltodextrina resistente a la digestión. Una fibra de maíz soluble. Recuperado de: [https://datossobrelafibra.com/consumidor\\_maltodextrina-resistente-a-la-digestion/](https://datossobrelafibra.com/consumidor_maltodextrina-resistente-a-la-digestion/)
11. Cámara Nacional de Industriales de la Leche [CANILEC]. (2018). Estadísticas del Sector Lácteo 2010-2017. Recuperado de: <http://www.canilec.org.mx/estadisticas-lacteos-2010-2017.pdf>
12. Castillo, R. (2016). El helado, un alimento nutritivo, que puede formar parte de una dieta saludable. Recuperado de <http://derivadoslacteos.com/helados/el-helado-un-alimento-nutritivo-que-puede-formar-parte-de-una-dieta-saludable>
13. Celis, M. y Juárez, D. (2009). *Microbiología de la leche*. Bahía Blanca, Argentina: Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. Recuperado de:[http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem\\_fi\\_qui\\_micrb\\_09/microbiologia\\_leche.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem_fi_qui_micrb_09/microbiologia_leche.pdf)
14. Cenzano, I. y un equipo de expertos en helados. (2003). *Elaboración, Análisis y Control de Calidad de los Helados*. Zaragoza, España: A. Madrid Vicente.
15. Centro de Enseñanza Superior de Nutrición y Dietética [CESNID]. (2004). *Tablas de composición de alimentos del CESNID (2ª ed)*. Madrid, España: Mc Graw Hill.
16. Clarke, C. (2005). *The science of ice cream*. Cambridge, UK: RSC Pub.

17. Coloma, E. y Galiana, P. (2017). El helado fase a fase. *Arte del helado*, 1(183). Recuperado de: <https://www.heladeria.com/articulos-heladeria/a/201705/3312-el-helado-fase-a-fase>
18. Consejería de economía, innovación, ciencia y empleo [CEICE]. (2013). Helado. Recuperado de: [http://www.juntadeandalucia.es/defensacompetencia/sites/all/themes/competencia/files/fichas/pdf/5\\_Helado.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/defensacompetencia/sites/all/themes/competencia/files/fichas/pdf/5_Helado.pdf)
19. Cordero, G. (2013). *Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria*. Olavide, España: Universidad Pablo de Olavide.
20. Darío, G. (16 de mayo del 2017). El mercado de lácteos. *El Economista*. Recuperado de: <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/El-mercado-de-lacteos-II-20170516-0011.html>
21. Desrosier, N. (1983). *Elementos de tecnología de alimentos*. México: Editorial Continental, S.A de C.V.
22. Durán, D. (2012). Importancia de los costes en la gestión empresarial. Recuperado de: <http://www.eoi.es/blogs/mtelcon/2012/12/03/importancia-de-los-costes-en-la-gestion-empresarial-3/>
23. Escuela Centroamericana de Ganadería. Departamento de agroindustria. (1999). Manual para Capacitación de Agroindustrias Lácteas. Atenas, Costa Rica. Recuperado de: <https://agroindustriacurc.files.wordpress.com/2011/09/metodos-de-coservacion-de-la-leche-tarea.pdf>
24. Estrada, M. (2011). *El libro blanco de la leche y los productos lácteos*. México: Canilec.
25. Fellows, P. (2000). *Tecnología del procesado de alimentos: principios y práctica (2ª ed)*. Zaragoza, España: Acribia S.A.
26. Franco, I. (07 de septiembre del 2017). ¿Cómo le va a la industria de la leche en México?. *Manufactura*. Recuperado de: <http://www.manufactura.mx/columnas/2017/09/07/como-le-va-al-mercado-de-leche-en-mexico>
27. García, J., Casado, G. y García, J. (2013). Una visión global y actual de los edulcorantes. Aspectos de regulación. *Nutrición Hospitalaria*, 28(4).
28. Goff, H. & Hartel, R. (2013). *Ice Cream (7ª ed)*. N.Y., USA: Springer.
29. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá [INCAP]. (2007). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica (2ª ed.)* Guatemala: Serviprensa S. A.
30. Instituto Lala. (2015). La importancia del consumo de lácteos y sus derivados. Recuperado de: <https://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/715.pdf>

31. Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2016). Principales causas de mortalidad por residencia habitual, grupos de edad y sexo de fallecido. Recuperado de:  
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/PC.asp?t=14&c=11817>
32. Jelliffe, D. & Jelliffe, E. (1976). Adaptive suckling. *Ecology of Food and Nutrition*, 5(4), 249-253. doi: [10.1080/03670244.1976.9990471](https://doi.org/10.1080/03670244.1976.9990471)
33. Judkins, H. (1962). *La leche, su producción y procesos industriales*. México: Compañía Editorial Continental S.A. de C.V.
34. Kaufer, M., Pérez, A. y Arroyo, P. (2015). *Nutriología Médica (4ª ed)*. México: Médica Panamericana.
35. López, F. & Sepúlveda, J. (2012). Evaluation of non fat solids substitutes (NSL) in a hard dairy ice cream mix with vegetable fat. *Vitae*, 19(2). Recuperado de: <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/vitae/article/view/10858/11726>
36. Luquet, F. (1991). *Leche y productos lácteos. 1: La leche*. Zaragoza, España: Acibia. S. A.
37. Madrigal, H. (1989). *Encuesta nacional de alimentación en el medio rural por regiones nutricionales*. México: Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán.
38. Miller, G., Jarvis, J. & McBean, L. (2007). *The importance of milk and milk products in the diet. Handbook of dairy foods and nutrition (2ª ed)*. Florida, USA: National Dairy Council.
39. Morales, G. y Ramírez, J. (2015). El helado desde la antigüedad hasta nuestros días. *Heladería Panadería Latinoamericana. Grupo GIPAB*, 10(233).
40. Murphy, D. (2001). *Fundamentals of light microscopy and electronic imaging*. N.Y., USA: Wiley-Liss.
41. Nicklas, T., O'neil, C., Liska, J. & Almeida, N. (2011). Modeling Dietary Fiber Intakes in US Adults: Implications for Public Policy, 2(9). doi: [10.4236/fns.2011.29126](https://doi.org/10.4236/fns.2011.29126).
42. Normas Mexicanas. Dirección general de normas. NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos.
43. Normas Mexicanas. Dirección general de normas. NMX-F-427-NORMEX-2006, Alimentos. Determinación de grasa (método gravimétrico por hidrólisis ácida)-método de prueba (cancela a la nmx-f-427-1982).
44. NORMA Oficial Mexicana NOM-F-68-S-1980, Alimentos. Determinación de Proteínas.
45. NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2005, Servicios básicos de salud, promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación.

46. NORMA Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
47. NORMA Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa.
48. NORMA Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012, Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
49. NORMA Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
50. NORMA Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
51. Notimex. (22 de marzo del 2018). Industriales advierten que el consumo de la leche se ha estancado. *Manufactura*. Recuperado de: <http://www.manufactura.mx/industria/2018/03/22/industriales-advierten-que-el-consumo-de-la-leche-se-ha-estancado>
52. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [FAO] (1997). Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ah833s/Ah833s21.htm>
53. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2011). Codex Alimentarius: Leche y productos lácteos. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i2085s.pdf>
54. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015) Tipos y características. Recuperado de: <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/tipos-y-caracteristicas/es/>
55. Organización Mundial de la Salud. (2005). La Organización Mundial de la Salud advierte que el rápido incremento del sobrepeso y la obesidad amenaza aumentar las cardiopatías y los accidentes vasculares cerebrales. Recuperado de: <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2005/pr44/es/>
56. Organización Mundial de la Salud. (2016). Informe mundial sobre la diabetes. Recuperado de: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204877/1/WHO\\_NMH\\_NVI\\_16.3\\_spa.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204877/1/WHO_NMH_NVI_16.3_spa.pdf?ua=1)
57. Pedrero, D. y Pangborn, R. (1989). *Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos*. México, Ed. Alhambra Mexicana.
58. Pérez, M. (1982). *Manual sobre ganado productor de leche*. México: Diana.

59. Posada, L., Sepúlveda, J. y Restrepo, D. (2012). Selección y evaluación de un estabilizante integrado de gomas sobre las propiedades de calidad en mezclas para helado duro. *Vitae*, 19(2), 166-177.
60. Pottí, D. (2013). El uso de glucosa en los helados. Recuperado de: <http://www.mundohelado.com/helado/notas/ingredientes/glucosa.htm>
61. Pottí, D. (2017). Inulina: ¿para que se usa en helados?. Recuperado de: <http://www.mundohelado.com/helado/notas/ingredientes/inulina.htm>
62. Procuraduría Federal del Consumidor [PROFECO]. (2001). Calidad de helados envasados. *Revista del consumidor*, 1(293): 2-3.
63. Rábago, D. (20 de junio del 2014). Maltodextrina, aditivo funcional. *Alimentación Revistas Enfásis*. Recuperado de: <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/69896-maltodextrina-aditivo-funcional>
64. Ramírez, J. (2015). Parámetros de calidad en helados. *Revista ReCiTeIA*, 15(1).
65. Robinson, C. (1985). *Fundamentos de nutrición normal (4ª ed)*. México: Compañía editorial continental.
66. Roca, A. (s.f.). Composición de la leche de vaca, oveja y cabra para la elaboración de quesos. Recuperado de: [http://www.infocarne.com/documentos/composicion\\_leche\\_vaca\\_oveja\\_cabra\\_elaboracion\\_quesos.htm](http://www.infocarne.com/documentos/composicion_leche_vaca_oveja_cabra_elaboracion_quesos.htm)
67. Ruiz, R. (2017). Producción de helados a nivel industrial. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3028/Q02-R853-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
68. Sánchez, A. (2008). Dieta saludable. Recuperado de: [https://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos\\_08/16-21%20COMER%20BIEN%20OKMM.pdf](https://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos_08/16-21%20COMER%20BIEN%20OKMM.pdf)
69. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación [SAGARPA]. (2010). Situación actual y perspectiva de la producción de la leche de bovino en México 2010. México: Claridades agropecuarias. Recuperado de: [www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/207/ca207\\_34.pdf](http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/207/ca207_34.pdf)
70. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. (2016). Panorama de la leche en México. Recuperado de: [http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Brochure%20leche\\_Diciembre2016.pdf](http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Brochure%20leche_Diciembre2016.pdf)
71. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. (2017). Boletín de la leche. Enero-Marzo de 2017. Recuperado de: [http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Boletin\\_Leche\\_enero-marzo\\_2017.pdf](http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Boletin_Leche_enero-marzo_2017.pdf)

72. Secretaría de Economía. (2012). Análisis del Sector Lácteo en México  
Recuperado de:  
[http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/informacionSectorial/analisis\\_sector\\_lacteo.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf)
73. Secretaría de salud. (2016). Sabias que... La leche es un buen aliado de la salud. Recuperado de: <https://www.gob.mx/salud/articulos/sabias-que-la-leche-es-un-buen-aliado-de-la-salud>
74. Spinetto, H. (2009). *Heladerías de Buenos Aires*. Buenos Aires: Dirección General Patrimonio e Instituto Histórico.
75. Timm, F. (1985). *Fabricación de Helados*. Zaragoza, España: Ed. Acribia, S. A.
76. Torrelles, I. (2016). El mundo sensorial del helado. *Arte Heladero*, 1(166).  
Recuperado de: <https://www.heladeria.com/articulos-heladeria/a/201602/3076-el-mundo-sensorial-helado-i>
77. Torrelles, I. (2017). El mundo sensorial del helado. *Arte Heladero*, 3(168).  
Recuperado de: <https://www.heladeria.com/articulos-heladeria/a/201708/3372-el-mundo-sensorial-helado-iii>
78. Urbano, M. y Caicedo, R. (2013). Plan de negocios para la apertura de una heladería artesanal cien por ciento italiana en la zona urbana de la ciudad de pasto. Recuperado de:  
<http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/85955.pdf>
79. Villacís, E. (2010). *Formulación de helados aptos para diabéticos. Tesis para obtener el título de ingeniera agroindustrial*. Escuela Politécnica Nacional Quito, Julio.
80. Walstra, P. (1999). *Dairy Technology: Principles of milk properties and processes*. NY: Marcel Dekker, Inc.