



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**Desarrollo de una base de helado reducido en  
grasa con encapsulados de sabor**

**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN ALIMENTOS  
P R E S E N T A:  
CARO MOSSO RAUL**

**ASESORA:**

**DRA. SARA ESTHER VALDÉS MARTÍNEZ**

**CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

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

**ASUNTO: VOTO APROBATORIO**



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

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

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

**Desarrollo de una base de helado reducido en grasa con encapsulados de sabor.**

Que presenta el pasante: **Raul Caro Mosso**

Con número de cuenta: **309033604** 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 24 de Agosto de 2017.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	Dra. Susana Patricia Miranda Castro	
<b>VOCAL</b>	Dra. Sara Esther Valdés Martínez	
<b>SECRETARIO</b>	I.B.Q. Saturnino Maya Ramírez	
<b>1er. SUPLENTE</b>	I.A. Miriam Alvarez Velasco	
<b>2do. SUPLENTE</b>	M. en C. María Guadalupe Amaya León	

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

LMCF/cga\*

## AGRADECIMIENTOS

---

Quiero aprovechar esta oportunidad para agradecer de todo corazón a todas esas personas que tuvieron que ver con la realización de este proyecto, son tantas que no podría mencionarlas a todas, pero ustedes saben quiénes son, realmente les estaré agradecido eternamente. Mi mayor agradecimiento para el dador de la vida, pues sin Él nada de esto hubiese sido posible.

**Dios**, hoy quiero darte gracias por estar conmigo, en momentos difíciles has sido mi abrigo mi consuelo en los momentos duros, Tú llenas cada espacio que hay vacío dentro de mi corazón, gracias por permitirme la vida y por darme la sabiduría necesaria. Para ti, único merecedor de toda gloria, honra y honor.

**A mis padres**, gracias por amarme, motivarme, apoyarme, enseñarme, protegerme, disciplinarme, a caminar con integridad y respetar a los demás siendo responsable desde mi nacimiento, para este acontecimiento, el cual es un logro académico alcanzado con su esfuerzo y dedicación, yo solamente tenía que asistir a la escuela y aprender, nunca tuve que trabajar ni tener otras preocupaciones. ¡Gracias! por estar allí, proveer y caminar a mi lado, acompañándome y siendo una imagen clara del carácter de Dios, nuestro padre celestial. Cada padre de familia tiene fallas, no existen los padres perfectos, yo no estaría vivo sin ustedes, gracias a su ADN soy único. “Honra a tu padre y a tu madre. Ese es el primer mandamiento que contiene una promesa: si honras a tu padre y a tu madre te irá bien y tendrás una larga vida en la tierra”

**A mis hermanos**, que esto les motive y sea un ejemplo, si buscan de Dios y confían, el proveerá, Apenas están en la formación básica no se angustien. Acuérdense de su creador en los días de su juventud, antes de que lleguen los días malos...

**A la Universidad Nacional Autónoma de México**, gracias por permitirme ser parte de esta institución, mi segunda casa, la número uno en el país. Es el lugar donde adquirí los conocimientos, experiencias, contribuyendo en mi formación profesional y personal.

**A Lesli**, gracias por aceptar ser mi equipo para este proyecto, este logro lo comparto contigo, ya que fuiste elemental para que se finalizara esta meta, fuiste el mejor equipo que he tenido fueron horas de mucha diversión y aprendizaje en el arte de hacer helado y esferas. ¡Gracias! Ocupas un gran espacio y lugar en mi mente - corazón.

**A la Doctora Sara Esther Valdés Martínez**, gracias por compartir su tiempo ofreciendo su conocimiento, impartido en el salón de clases, en el laboratorio, porque siempre se encontró dispuesta a enseñarnos pacientemente y brindarme su confianza para aclarar cualquier duda.

**A la I.A. Ángeles Ruiz Ortiz** por extenderme la mano y ayudarme, por tus consejos y aportaciones para la realización de este proyecto, es una valiosa amistad. Siempre dispuesta en ayudar desinteresadamente, valoro mucho lo que has hecho por mí.

**A la M. en C. María Guadalupe Amaya León** por su dedicación y entusiasmo en clases y en el laboratorio siendo paciente enseñándonos esas técnicas de microbiología. Es una excelente persona y profesora con una ética profesional muy grande.

**A mis sinodales:** Dra. Susana Patricia Miranda Castro, IBQ. Saturnino Maya Ramírez, I.A. Miriam Álvarez Velasco. Gracias por el tiempo invertido y disposición para este proyecto realizando valiosas sugerencias y observaciones para la revisión de esta tesis.

**A mis amigos** Guillermo y Karly, convivimos muchas aventuras en la escuela, salidas de paseo, tantas horas juntos, comidas, suculentos postres, los aprecio mucho, son buenos amigos y excelentes compañeros de clase, trabajos. Tienen un lugar en mi corazón.

Que nadie se engañe. Si alguno de ustedes se cree sabio según las normas de esta época,  
hágase ignorante para así llegar a ser sabio.

Con mucha estima y aprecio ¡Gracias!

# ÍNDICE DE CONTENIDO

---

---

ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN.	2
<b>CAPITULO 1: GENERALIDADES</b>	<b>4</b>
1.1 LECHE	4
1.1.1 <i>Características esenciales de la leche.</i>	4
1.1.2 <i>Productos y derivados lácteos</i>	5
1.2 HELADO	8
1.2.1 <i>Definición Técnica</i>	8
1.2.2 <i>Definición Fisicoquímica</i>	8
1.2.3 <i>Clasificación</i>	9
1.2.4 <i>Valor y nutrientes energéticos</i>	10
1.2.5 <i>Historia del helado</i>	12
1.2.6 <i>Ingredientes en el helado</i>	13
1.3 ALIMENTOS FUNCIONALES	27
1.3.1 <i>Definición de alimento</i>	27
1.3.2 <i>Concepto de alimento funcional</i>	29
1.3.3 <i>Fibra</i>	30
1.3.4 <i>Inulina</i>	32
1.4 MICROENCAPSULACIÓN (ESFERIFICACIÓN) DE ALIMENTOS.	34
1.4.1 <i>Técnicas de encapsulación</i>	36
1.4.2 <i>Agentes utilizados para la microencapsulación.</i>	37
1.4.3 <i>Mecanismos de gelificación con alginato</i>	38
<b>CAPITULO 2 METODOLOGÍA</b>	<b>42</b>
2.1 CUADRO METODOLÓGICO	43
2.2 DESARROLLO EXPERIMENTAL	46
2.2.1 <i>Actividades preliminares.</i>	46
2.2.2 <i>Objetivo particular 1. Estudio de mercado</i>	49
2.2.3 <i>Objetivo particular 2. Formulación propuesta.</i>	50
2.2.4 <i>Objetivo particular 3 Encapsulamiento del sabor y evaluación sensorial</i>	54
2.2.5 <i>Objetivo particular 4 Calidad microbiológica</i>	59
2.2.6 <i>Objetivo particular 5 Análisis químico proximal.</i>	60
<b>CAPITULO 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>61</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>88</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>89</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

---

<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Clasificación de helados de acuerdo a la NMX-F-714-COFOCALEC-2012.	9
Tabla 2. Clasificación de helados de acuerdo a su calidad.	10
Tabla 3. Composición química de un helado típico.	11
Tabla 4. Formulación típica de un helado.	14
Tabla 5 Edulcorantes artificiales.	19
Tabla 6 Hidrocoloides utilizados en postres congelados.	22
Tabla 7 Principales sabores de helado en orden de compra por país.	25
Tabla 8 Ventas de supermercados estadounidenses de helados por categoría de sabor (2010)	26
Tabla 9 Descripción de los tipos de alimentos de uso específico para la salud.	28
Tabla 10 Clasificación de las fibras alimentarias.	31
Tabla 11 Formulación inicial.	47
Tabla 12 Formulación reducida en grasa y con Splenda.	51
Tabla 13 Concentraciones de los aditivos.	51
Tabla 14a y b Formulaciones realizadas.	52
Tabla 15 Métodos para determinación microbiológica.	59
Tabla 16 Técnicas aplicadas para el análisis químico proximal.	60
Tabla 17 Composición y precio de helados comerciales.	62
Tabla 18 Composición de helado de vainilla marca Häagen Dazs. Etiqueta. nutrimental contra el análisis de PROFECO.	64
Tabla 19 Comparación de medias por atributo para cada formulación indicando diferencias significativas.	72
Tabla 20 Selección de muestra favorita y percepción del sabor.	75
Tabla 21 Top de sabores con menor agrado.	76
Tabla 22 Sabor preferido e identificación del sabor Baileys y fresa.	77
Tabla 23 Comparación de medias por atributo de helado experimental y comercial. indicando diferencias significativas.	80

Tabla 24. Calidad microbiológica del producto terminado.	81
Tabla 25 Resultados de análisis químico proximal. Helado experimental contra helado comercial, dietético y melocotón.	82
Tabla 26 Resultados de %Acidez y pH.	84
Tabla 27 Costos de ingredientes y costos por formulación.	86
Tabla 28 Costos de servicios. Costo por producción de 100L de helado experimental.	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1 Estructura de un helado.	9
Figura 2 Ilustración esquemática de los diferentes procesos de microencapsulación.	36
Figura 3 Mecanismos de gelificación iónica.	41
Figura 4 Cuadro metodológico.	45
Figura 5 Formato sobre helados comerciales.	46
Figura 6 Diagrama de proceso.	47
Figura 7 Formato de encuesta para estudio de mercado.	49
Figura 8 Formato de evaluación sensorial para las tres mejores formulaciones de helado.	53
Figura 9 Diagrama de proceso esferificación directa.	54
Figura 10a,b,c Esquema para la esferificación directa de sabor.	55
Figura 11 Formato de evaluación sensorial e identificación de sabores encapsulados.	56
Figura 12 Formato de evaluación sensorial para seleccionar el sabor final.	57
Figura 13 Formato para evaluar sensorialmente el helado experimental con esferas contra helado comercial con esferas.	58
Figura 14 Consumo de helados.	64
Figura 15 Frecuencia de consumo de helados.	65
Figura 16 Cantidad de consumo de helado y presentación.	65
Figura 17 Cubiertas con las que se acompañan los helados.	66
Figura 18 Momento de consumo de helados.	66
Figura 19 Calificación de sabores sugeridos.	67
Figura 20 Personas que conocen un helado comercial light.	68
Figura 21 Encuestados que padecen o conocen alguna persona que tenga ECNT	68
Figura 22 Tasa de mortalidad para ECNT.	69
Figura 23 Consumo de alimentos con sabor esferificado.	69
Figura 24 ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un litro de helado?	70
Figura 25 Comparación de las 3 formulaciones de helado.	71
Figura 26 Diferencias de las medias en las 3 formulaciones para atributo sabor.	72
Figura 27 Diferencias de las medias en las 3 formulaciones para atributo textura.	73
Figura 28 Diferencias de las medias en las 3 formulaciones para los atributos de cremosidad y suavidad.	73
Figura 29 Diferencias de las medias en las 3 formulaciones para atributo firmeza.	74
Figura 30 Diversidad de genero para el análisis sensorial de helado con esferas de sabor.	75

Figura 31 Comparación de atributos del producto elaborado, helado con esferas de mayor aceptación (Baileys) y con menor aceptación (mango con chamoy).	76
Figura 32 Comparación de atributos de helado con esferas sabor Baileys vs fresa.	77
Figura 33 Comparación en los atributos de las esferas sabor Baileys vs. fresa.	78
Figura 34 Comparación de atributos del producto elaborado, helado con esferas sabor Baileys vs helado comercial con esferas elaboradas sabor Baileys.	79
Figura 35 Tamaño de esferas sabor Baileys.	80
Figura 36 Agar rojo bilis y rojo violeta para coliformes totales.	81
Figura 37 Muestra en tubos con caldo lauril sulfato. Ausencia de gas o crecimiento microbiano.	81
Figura 38 Agar para cuenta estándar (mesófilos aerobios).	81
Figura 39 Agar verde brillante, agar sulfito de bismuto, agar <i>salmonella Shigella</i> (SS).	81
Figura 40 Comparación de grasa.	83
Figura 41 Comparación de carbohidratos.	83
Figura 42 Comparación de calorías.	84
Figura 43 Porcentaje de aire incorporado en helado experimental.	85

## RESUMEN

---

El trabajo que a continuación se presenta, se realizó en el taller “procesos tecnológicos de productos lácteos”. Se desarrolló un helado reducido en grasa; tomando en cuenta los problemas actuales en la alimentación del país. Dicho proyecto está dividido en 5 etapas, las cuales se describen a groso modo a continuación:

En la primera etapa se realizó una encuesta de mercado, para conocer la opinión de los consumidores y su agrado por el helado, para obtener información tanto económica, como sensorial y la elección de un sabor que se encapsularía en forma de esferas.

La segunda etapa fue la realización de las formulaciones, se variaron las concentraciones de los aditivos (carragenina kappa (0.02%, 0.04%), carragenina lambda (0.02%, 0.04%), almidón (1%, 2.5%, 5%), goma guar (0.02%, 0.03%), Carboximetil celulosa (CMC 0.02%, 0.03%). hasta encontrar las características deseadas en textura, cuerpo, cremosidad y estabilidad de los helados comerciales. Como edulcorante se empleó sucralosa al 0.02%, también se le añadió un porcentaje muy bajo de saborizante artificial de vainilla.

Para la tercera etapa, se realizó una investigación para definir la técnica de encapsulamiento de 7 sabores diferentes, variando concentraciones de alginato de sodio (0.8% y 1%), tiempos de inmersión, tamaño del dosificador, mediante análisis sensorial se eligió la mejor concentración y características físicas deseadas por los jueces.

En la cuarta y quinta etapa, se realizó un análisis microbiológico y análisis químico proximal al producto final terminado (helado de vainilla con esferas sabor Baileys) para verificar que cumpliera con la NOM-243-SSA1-2010, como un indicador de la calidad sanitaria del producto, y corroborar que es un alimento reducido en grasa.

Finalmente se realizó una encuesta a 100 consumidores para evaluar el producto final “helado de vainilla con esferas sabor Baileys” contra un helado comercial con características de textura y cremosidad similares, dando como resultado la aceptación de un alimento funcional de aspecto innovador en el mercado.

## INTRODUCCIÓN.

---

El consumo de congelados (como se les conocía a los helados hasta el principio del siglo pasado) ya se realizaba en tiempos antiguos. El helado en sus orígenes no era un producto lácteo, sino más bien frutal, pero con el correr del tiempo los derivados lácteos comenzaron a utilizarse en pequeñas proporciones y luego masivamente, a tal punto que hoy en día, la leche y la crema de leche son constituyentes básicos en este producto (Juri, 2015). En los últimos años y en forma acelerada, se han producido cambios significativos en los patrones alimentarios y estilos de vida, caracterizados por el aumento del consumo de grasas saturadas, azúcares, alimentos procesados y disminución del consumo de fibras. Todo esto ha llevado a una mayor incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como obesidad, hipertensión y diabetes tipo 2. En respuesta a esto, la tecnología alimentaria ha generado innovaciones e ingredientes de alto valor agregado, aplicables a alimentos funcionales (Barrionuevo, 2011). En la actualidad se han desarrollado nuevos conceptos de nutrición, lo que ha conducido a la elaboración de nuevos alimentos funcionales, que son todos aquellos alimentos o ingredientes cuyos componentes apoyan funciones del organismo de manera específica y positiva, promoviendo un efecto fisiológico o psicológico más allá de su valor nutritivo tradicional (Araya, 2003). El helado desarrollado, es considerado un alimento funcional, debido a que contiene un prebiótico; la inulina, la cual tiene muchas bondades y beneficios para la salud y se usa en la formulación de alimentos funcionales con propiedades ampliamente explotadas a nivel comercial (Madrigal, 2007) apto para personas que tengan una ECNT y cuenten con un régimen hipocalórico e hipograso, con dietas que resultan monótonas y muy difíciles de cumplir, ya que tienen restricción de postres, debido a que son sinónimo de grasas saturadas, ricos en azúcares y elevadas calorías (Barrionuevo, 2011). Es por esto que los principales ingredientes en la formulación del helado serán la inulina y la sucralosa. La inulina posee un sabor neutral suave, es moderadamente soluble en agua, otorga cuerpo y palatividad. tiene diversas aplicaciones en la industria de alimentos, puede ser utilizada como sustituto de azúcar, reemplazante de las grasas, agente texturizante y/o estabilizador de espuma y emulsiones. Por este motivo son incorporados a los productos lácteos como los helados (Olagnero, 2007). Los edulcorantes no nutritivos que

son endulzantes potentes, su aporte energético es mínimo y no afectan los niveles de insulina o glucosa sérica, por ejemplo: sucralosa (NOM-015-SSA2-2010). Para la encapsulación del sabor se ocupará alginato de sodio, ya que tiene la versatilidad del encapsulado incluso ha llegado a ser aplicada en la alta cocina con el término “esferificación”, técnica culinaria cuyo propósito es modificar las propiedades texturales de los alimentos, para así desarrollar nuevas sensaciones en el comensal (Avendaño, 2013). El propósito es desarrollar una base de helado con encapsulados de sabor Baileys reducido en grasa y calorías, realizando una evaluación sensorial, análisis microbiológico y fisicoquímico obteniendo la composición química del producto final y su calidad sanitaria, todo esto como una alternativa, de un producto innovador para contribuir con las estrategias de alimentación saludable, promocionando e incorporando inulina a la dieta habitual.

# CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

---

## 1.1 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).

El estudio completo de la leche ha sido elevado a la categoría de ciencia por algunos autores (“lactología o galactología”).

De acuerdo a la NOM-155-SCFI-2003 “la leche para consumo humano debe ser sometida a tratamientos térmicos u otros procesos que garanticen la inocuidad del producto; además de ser sometida a operaciones tales como clarificación, homogenización, estandarización u otras siempre y cuando no contaminen el producto y cumpla con las especificaciones de su denominación”

### 1.1.1 Características esenciales de la leche.

#### ***Complejidad***

La leche es un líquido segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, tras el nacimiento de la cría.

Es un líquido de composición compleja, blanco y opaco, de sabor dulce y reacción iónica (pH) cercana a la neutralidad.

La función de la leche es, ser el alimento exclusivo de los mamíferos jóvenes durante el periodo crítico de su existencia, tras el nacimiento, cuando el desarrollo es rápido y no puede ser sustituida por otros alimentos.

#### ***Heterogeneidad***

La leche es una emulsión de materia grasa, en forma globular, es un líquido que presenta analogías con el plasma sanguíneo. Este líquido es asimismo una suspensión de materias proteicas en un suero constituido por una solución verdadera que contiene, principalmente, lactosa y sales minerales.

Por lo tanto, existen en la leche cuatro tipos de componentes importantes: grasas, proteínas (caseína y albuminoides), lactosa, sales minerales y otros componentes presentes en

cantidades mínimas; lecitinas, vitaminas, enzimas, nucleótidos, gases disueltos, etcétera, lo que la hacen un alimento completo para sus crías.

### ***Variabilidad de la composición***

La composición de la leche varía en el transcurso del ciclo de la lactación. En la época del nacimiento, la mama segrega el calostro, líquido que se diferencia principalmente de la leche en sus partes proteica y salina, otros parámetros que afectan su composición son el estado de salud, la alimentación, la raza.

### ***Alterabilidad***

La leche es un producto que se altera muy fácilmente, por ser un alimento completo numerosos microorganismos pueden proliferar en ella, en especial aquellos que degradan la lactosa con producción de ácido, ocasionando, como consecuencia, la floculación de una parte de las proteínas.

La leche no posee más que una débil y efímera protección natural. Su uso para el consumo y para las transformaciones industriales exige medidas de defensa contra la invasión de los microbios y contra la actividad de las enzimas (Alais, 1985).

La leche tiene normalmente un sabor suave, agradable y ligeramente dulce. Los métodos modernos de obtención y refrigeración de la leche en la granja, han contribuido de forma muy importante a la conservación del gusto característico de la leche. Sin embargo, el uso del frío no impide el desarrollo de gérmenes psicrótrofos que pueda producir la hidrólisis de algunos componentes de la leche, alterando su sabor (Fennema, 2000).

## **1.1.2 Productos y derivados lácteos**

Antes de la moderna era industrial existían pocos productos lácteos; esencialmente estaban constituidos por la leche entera y descremada, la mantequilla y los quesos. Se desconocían los métodos para conservar la totalidad de los componentes de la leche y solamente los elementos insolubles (caseína y grasa) podían conservarse durante bastante tiempo en forma de queso o mantequilla, pero la parte soluble se despreciaba o se utilizaba mal (Alais, 1985).

Los derivados lácteos son productos que se obtienen al someter a la leche a determinados procesos tecnológicos, pudiendo contener aditivos alimentarios u otros ingredientes funcionalmente necesarios para su elaboración (Rivera y Simón, 2008).

A continuación, se resumen los aspectos más importantes de algunos derivados lácteos:

- Leche evaporada: es aquella que ha sido obtenida mediante la eliminación parcial del agua de la leche por el calor o por cualquier otro procedimiento que permita obtener un producto con la misma composición y características de la leche sin modificación en la proporción entre la caseína y la proteína de la leche.
- Leche condensada: aquella que ha sido obtenida mediante la evaporación del agua de la leche a través de presión reducida, a la que se le ha agregado sacarosa y/o dextrosa u otro edulcorante natural, hasta alcanzar una determinada concentración de grasa butírica y sólidos totales.
- Leches fermentadas: al producto lácteo obtenido de la fermentación de la leche mediante la acción de microorganismos específicos, cuyo resultado sea la reducción del pH, adicionado o no de ingredientes opcionales y aromatizantes, sometido o no a tratamiento térmico después de la fermentación (Josep M. y Shelly R., 2004).
- Crema: es el producto lácteo fluido comparativamente rico en grasas, en forma de una emulsión de grasa en leche descremada, que es obtenida por la separación física de la leche (Codex, 2011).
- Mantequilla; producto graso para untar, derivado exclusivo de la leche o crema pasteurizada, principalmente de la forma de emulsión “agua en aceite” tras el descremado, el proceso principal para la obtención de este producto es el batido de la crema que se conduce a la formación de una fracción no grasa (el suero de mantequilla). Su contenido mínimo de materia grasa debe ser del 80% con un máximo del 16% de agua, y un contenido máximo de extracto seco magro del 2% (Chandan, 2006).
- Queso: obtenido por coagulación de la leche, generalmente bajo la acción del cuajo. El coagulo se separa del suero (que contiene las sustancias solubles) y forma el queso, tras el prensado y la maduración; contiene la caseína y la grasa de la leche (Alais, 1985).

Los postres lácteos son formas cremosas o gelificadas de leche no ácida, son mezclas complejas de productos lácteos combinados con hidrocoloides, azúcares, frutas, galletería o cubiertas, para formar un producto alimenticio estético y nutritivo dependiendo de su composición. Se presentan al consumidor en forma sólida o semisólida. Para su producción se toma como ingrediente básico la leche, razón por la cual se pueden considerar buenas fuentes de calcio, fósforo, magnesio y sodio. En el proceso final se puede adicionar colorantes, aromatizantes y edulcorantes. La combinación de estos ingredientes produce deliciosos sabores y texturas. Según la formulación, pueden ser productos energéticos para consumir como acompañantes de platos especiales en aquellas situaciones en que se requiere un mayor aporte de calorías, diseñados especialmente para hacer más agradable y placentera la alimentación (Martínez A, 2008).

- Dulces a base de leche: Son todos los productos elaborados por tratamiento térmico de la leche y edulcorantes. Pueden agregárseles aditivos para alimentos e ingredientes opcionales y se clasifican según su contenido de humedad en productos:
  - De baja humedad (< 12%) o endurecidos, como caramelos, chiclosos y jamoncillos, entre otros.
  - De humedad intermedia (12 – 20%) procesados mediante evaporación, como cajeta glorias, entre otros.
  - De alta humedad (> 20%) preparados por coagulación, aireación y procesos enzimáticos como gelatinas, flanes, chongos, mousse y arroz con leche, entre otros (CANILEC, 2011).
- Helados: Un helado es un alimento elaborado mediante la congelación con agitación de una mezcla pasteurizada compuesta por una combinación de ingredientes lácteos, que pueden contener grasas vegetales, frutas, huevo, sus derivados y aditivos. Los helados no deben tener una densidad menor de 475 g/L y deben tener una proporción de grasa, una de sólidos no grasos y otra de sólidos totales específicas según la normatividad de cada país (CANILEC, 2011).

- Licores. Algunos contienen leche en su formulación, como ejemplo se tienen:
  - Rompopo: es un licor de color amarillo y consistencia espesa, cuyos ingredientes son: yemas de huevo, leche, azúcar y alcohol, y opcionalmente almendra molida, vainilla y canela.
  - Crema de whisky (o “café irlandés industrializado”): es la mezcla homogeneizada de whisky irlandés, crema, café negro y azúcar en una emulsión estable (CANILEC, 2011).

## **1.2 HELADO**

### **1.2.1 Definición Técnica**

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010 define al helado como, “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.

La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA 21CFR135.110) define al helado “es un alimento producido por congelación y agitación, una mezcla pasteurizada que consiste en uno o más de los ingredientes lácteos.

### **1.2.2 Definición Fisicoquímica**

De acuerdo a Mahaut et al. (2004), el helado es un producto muy complejo que constituye un sistema alimentario cuadrifásico (emulsión, gel, suspensión y espuma) su esquematización se observa en la figura 1. La espuma parcialmente congelada que contiene entre 50% o más de aire en el volumen. Las burbujas de aire son mantenidas en suspensión por la materia grasa que se encuentra emulsionada y por una red de cristales de hielo, estando todo ello disperso en una fase acuosa (continua), que contiene los azúcares, proteínas e hidrocoloides.

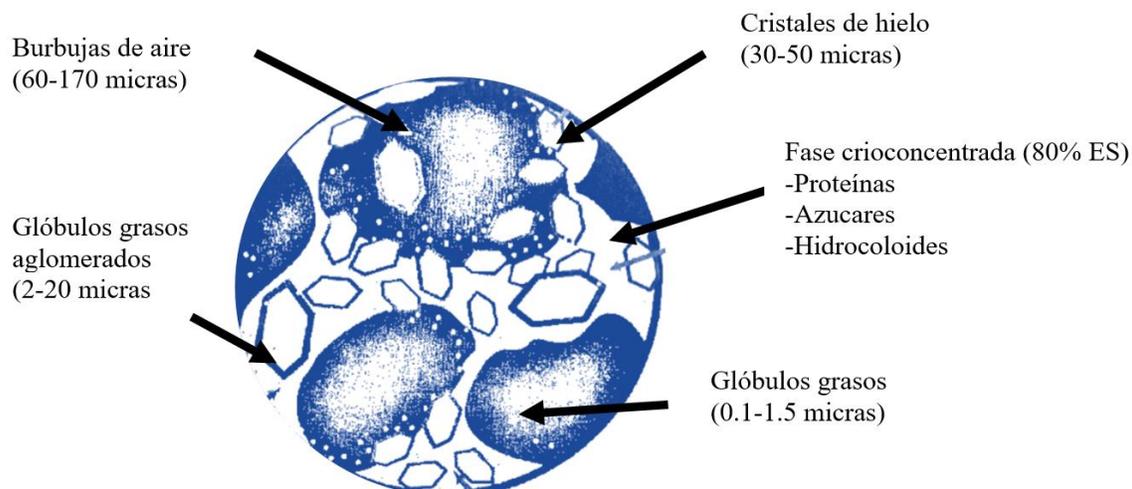


Figura 1 Estructura de un helado. (Mahaut 2004)  
 Mahaut, M., R. Jeantet, P. Schuck y G. Brulé. 2004. Productos lácteos industriales. Zaragoza, España, Editorial Acribia.

### 1.2.3 Clasificación

Los helados cubren un alto rango de diferentes tipos, de acuerdo con la NMX-F-714-COFOCALEC-2012 establece la siguiente clasificación en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de helados de acuerdo a la NMX-F-714-COFOCALEC-2012.

<b>Denominación de productos. Denominación</b>	<b>Descripción</b>
Helado de crema de leche	Producto elaborado a base de crema de leche, leche y/o sólidos de leche, solo contiene grasa butírica.
Helado de leche	Producto elaborado a base de leche y/o sólidos de leche, solo contiene grasa butírica.
Helado con grasa vegetal	Producto elaborado a base de leche y/o sólidos de leche, contiene grasa vegetal.
Helado de crema vegetal	Producto que solo contiene grasa vegetal.
Helado de yogurt	Producto elaborado a base de yogurt, solo contiene grasa butírica.
Helado con yogurt	Producto elaborado a base de leche, contiene yogurt, puede contener grasa butírica y grasa vegetal.

Helado de leche acidificado	Producto elaborado a base de leche (entera, parcialmente descremada acidificada con acidulantes, puede contener grasa butírica y grasa vegetal.
-----------------------------	---

Adaptada de NMX-F-714-COFOCALEC-2012 Sistema Producto Leche – Alimentos – Helados y nieves o sorbetes – Denominaciones, especificaciones y métodos de prueba.

En la tabla 2 se muestra otra manera en la cual se clasifican los helados en el mercado, es por su calidad e indirectamente por su contenido de grasa, el cual tiene un impacto en el costo del producto.

Tabla 2. Clasificación de helados de acuerdo a su calidad.

Calidad (marca)	Contenido de grasa (%)	Sólidos totales (%)	Overrun (%)	Costo
Súper Premium	15-18	>40	25-50	Alto
Premium	12-15	38-40	60-90	Más alto que el promedio
Estándar	10-12	36-38	100-120	Promedio
Económica	8-10	35-36	120	Bajo

Goff, H., & Hartel, R. (2013). Ice Cream (1st ed.). Boston, MA: Springer US.pág 21.

Los helados pueden ser elaborados a partir de bases prefabricadas que contienen todos los ingredientes necesarios en las cantidades adecuadas, pueden presentarse en forma líquida, concentrada o en polvo, de modo que al procesarla (batido y congelado) se pueda obtener el producto final, previa reconstitución con agua potable o leche tratada térmicamente que asegure la inocuidad del producto final.

#### 1.2.4 Valor y nutrientes energéticos

El valor de la energía y nutrientes de los helados, depende del valor de los alimentos que se ocupen como ingredientes. Los productos lácteos que entran en la mezcla, contienen en la mayoría de las ocasiones componentes de la leche, pero en cantidades diferentes. Sobre una base de helado de peso contiene de tres a cuatro veces más la cantidad de grasa, y alrededor de 12-16% más de proteínas que la leche. Además, puede contener otros productos

alimenticios, tales como frutas, frutos secos, huevos, caramelos, y azúcar, y estos pueden mejorar su valor nutritivo.

El helado contiene alrededor de cuatro veces la cantidad de carbohidratos que la leche entera (23.6-4.7 g/100g ASHRAE, 2002), como la leche, el helado no es una buena fuente de hierro y algunos de los minerales traza. El helado es una excelente fuente de energía, proporciona constituyentes que están casi completamente asimilados, haciendo al helado un alimento especialmente deseable para los niños en crecimiento y para las personas que necesitan mantener o subir de peso, por ejemplo, los ancianos. Por la misma razón, el control de porciones es esencial para las personas que necesitan reducir o que no desean aumentar de peso, por lo que se convierte en parte de una dieta equilibrada y saludable y la contribución que hace a la energía está plenamente justificado (Goff, 2013).

El helado es una buena fuente de aminoácidos esenciales de la leche, proteínas, vitaminas y minerales. Su contenido en grasa y azúcar hacen que sea un alimento de alta densidad energética. En los últimos años se han desarrollado numerosas formulaciones con beneficios nutricionales. Entre estas, helados reducidos en grasa o azúcar, helado libre de colesterol, el helado enriquecido con vitaminas, calcio o fibra, helados con grasas poliinsaturadas, y helado prebiótico o probiótico que promueve las bacterias "buenas" en el tracto intestinal (Clarke, 2005) En la tabla 3 se muestra la composición química de 100 g de helado sabor vainilla.

Tabla 3. Composición química de un helado típico

INGREDIENTE	g/100g
Agua	61
Carbohidratos	23.6
Grasa	11
Proteínas	3.5
Fibra	0
Cenizas	0.9

ASHRAE (2002) Refrigeration Handbook (SI) Cap 8 Thermal Properties Foods, pág. 8.6.

### 1.2.5 Historia del helado

El helado, como se le conoce hoy en día, es un alimento moderno y la tecnología de la congelación es relativamente nueva; sin embargo, sus orígenes son muy antiguos. La historia del helado está llena de mitos y leyendas que tienen poca evidencia real. No se conoce exactamente quién lo inventó, ni dónde ni cuándo, pero su historia está estrechamente asociada con el desarrollo de técnicas de refrigeración.

El consumo de congelados (como se les conocía a los helados hasta el principio del siglo XX) ya se realizaba en tiempos antiguos. El helado en sus orígenes no era un producto lácteo, sino más bien frutal, pero con el correr del tiempo los derivados lácteos comenzaron a utilizarse en pequeñas proporciones y luego masivamente, a tal punto que hoy en día, la leche y la crema de leche son constituyentes básicos en este producto.

El origen del helado se desconoce, el primer relato escrito sobre el helado data de hace más de tres mil años atrás y tiene su origen en el Oriente. Algunas historias piensan que los chinos fueron sus inventores, otras que los babilonios, o tal vez los mongoles, y que de alguna de estas culturas pasó a la India, a las culturas persas y después a Grecia y Roma. Pero es en Italia, en la baja edad media, cuando el helado toma forma y se difunde por toda Europa.

Otra historia relata que los árabes, en los siglos que dominaron Sicilia, probaron una mezcla elaborada con jugo de frutas, miel y nieve recogida del Etna (volcán activo de la costa este de Sicilia), a la cual denominaron “sorbete” y que, además, durante la Edad Media, dicha mezcla se preparó en las cortes árabes, donde los turcos lo llamaron “chorbet” y los árabes “charat”. Cabe resaltar que el consumo de estos helados, dadas las dificultades para prepararlos, era un privilegio reservado a las clases nobles.

Durante mucho tiempo los helados fueron manjar únicamente de reyes y de personas privilegiadas, debido a los pocos medios de que se disponía para su preparación. Antes del desarrollo de la refrigeración moderna, el hielo se debía obtener en grandes bloques de lagos y estanques durante el invierno y era apilado en huecos en el suelo o en casas de hielo, erigidas en madera y aisladas con paja.

En el siglo XVI, grandes adelantos por la fabricación de helados significaron el descubrimiento del descenso del punto crioscópico del agua (descenso de la temperatura de solidificación) de soluciones salinas y mezclas frigoríficas.

En la década de 1880, surgen pequeñas heladeras domésticas, que consistían en un cubo metálico interior equipado con una pala unida a una manivela, ésta se encontraba dentro de un cubo de madera mayor, que contenía una mezcla de congelación de hielo y sal. La crema era vertida en la cubeta interior para ser revuelta y congelada por la mezcla exterior.

En 1968, se dio el surgimiento de un nuevo tipo de helado: el “Astronaut Ice Cream” o helado para astronautas, un helado congelado seco para el cual se disminuye la presión hasta el punto en el que el hielo sufría el proceso de sublimación, pasando del estado sólido al gaseoso (liofilización).

En la actualidad, son muchos los desarrollos que se han realizado en el helado a nivel de gastronomía molecular, helados simbióticos y uso de nuevos ingredientes (Juri, 2015).

### 1.2.6 Ingredientes en el helado

Para obtener el máximo provecho de los ingredientes del helado, es necesario conocer su comportamiento, sus límites y las proporciones óptimas de su uso. A grandes rasgos los constituyentes básicos de una mezcla para helados son importantes porque determinan la calidad final del producto, y entre estos: el agua, grasa, sólidos no grasos, azúcar, estabilizador, emulsificantes y saborizantes provenientes de las pulpas de fruta, o artificiales. Los ingredientes de los productos de helados se pueden clasificar en tres grupos: los ingredientes principales, presentes en cantidades sustanciales (% en peso), como la proteína de la leche, el azúcar, la grasa y el agua. ingredientes de menor importancia, presentes en pequeñas cantidades (menos de aproximadamente 1% en peso), tales como emulsionantes, estabilizadores, colores y sabores. Los componentes tales como chocolate, galletas, obleas, trozos de fruta y frutos secos que se combinan con helado para hacer productos. La mayoría de los helados también contienen una proporción significativa (por volumen) de aire en un rango entre 15% al 55%, aunque este no se suele considerar como un ingrediente. Los ingredientes se pueden obtener a partir de diversas materias primas: por ejemplo, proteínas de la leche y la grasa (y un poco de agua) podrían ser suministrados conjuntamente en forma de leche o crema; también puede emplearse leche descremada en polvo y la grasa de mantequilla o grasa vegetal. Esta elección depende en gran medida del tipo de producto requerido, el costo y la disponibilidad de las materias primas y la escala de producción (Clarke 2005) En la tabla 4 se muestra una composición de helado típico (o "formulación").

Los sólidos totales es la suma de todos los ingredientes distintos del agua, en general, las formulaciones de altos sólidos totales dan como resultado un helado de alta calidad.

Tabla 4. Formulación típica de un helado

Ingrediente	% en peso
Grasa	7-15
Proteína de leche	4-5
Lactosa	5-7
Otro azúcar	12-16
Estabilizantes, emulsificantes y sabores	0.5
Sólidos totales	28-40
Agua	60-72

Clarke, C. (2005). *The science of ice cream* (1st ed.). Cambridge, UK: RSC Pub.

A continuación, se habla brevemente de las propiedades funcionales de los ingredientes del helado.

### **Agua**

El agua forma una alta proporción en el helado (típicamente 60 a 72%). El 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). Sin embargo, también puede ser una práctica común el uso de la leche fluida como la principal fuente de agua. Si se usa agua, debe ser de alta calidad y potable, libre de contaminación. El agua varía en el pH, la alcalinidad y la dureza, pero a menos que cualquiera de estos parámetros son extremas, el agua no necesita ser tratado químicamente antes de su uso. Cuando el agua se utiliza para equilibrar la mezcla, una porción más grande de leche descremada seco o concentrado se utiliza para suministrar sólidos lácteos no grasos en comparación con la leche (Goff, 2013).

### ***Ingredientes de leche sólidos-no-grasos / proteína***

Los Ingredientes de Leche Sólidos-No-Grasos / Proteína, contribuyen significativamente al sabor y la textura del helado. Si se usa crema como fuente de grasa en el helado o si se usa leche o leche descremada como las fuentes de agua principales, entonces estos ingredientes suministran algún MSNF (Milk Solids Not Fat/ Ingredientes de Leche Sólidos-No-Grasos / Proteína) a la mezcla, pero pueden ser insuficientes para proporcionar la funcionalidad requerida a partir de las proteínas y para desarrollar suficientes sólidos alimenticios totales, para lo cual todas las formulaciones de helado deben incluir una fuente única de MSNF, normalmente fuentes de leche concentrada o seca, para alcanzar niveles suficientes en la mezcla. MSNF tienen un efecto indirecto sobre el sabor. Las proteínas ayudan a dar cuerpo y una textura suave al helado, a través de la emulsión de la grasa, formación de espuma y estabilidad de las burbujas de aire, y mejora de la viscosidad en la fase no congelada. El contenido de proteínas suele ser de 3-4% en la mezcla (de una fuente convencional 9-12% MSNF a 36% de proteína), aunque la cantidad mínima depende en parte de la proporción de proteínas de caseína: proteínas de suero. Puesto que las etapas de procesamiento ocurren secuencialmente, puede ser difícil aportar funcionalidad óptima de la proteína, por ejemplo, una proteína presente por sus buenas propiedades de formación de espuma puede adsorberse sobre las interfaces de grasa antes de la etapa de formación de espuma, haciéndola indisponible para la estabilidad de la espuma. Sin embargo, la mezcla óptima de proteínas para el helado tiene que encontrar la combinación adecuada para ofrecer la mejor funcionalidad al menor costo. La lactosa añade sólidos totales a la formulación, se añade a la dulzura producida en gran parte por los azúcares añadidos, y contribuye también a la depresión del punto de congelación de los otros azúcares. Sin embargo, la lactosa puede ser problemática tanto por el número de consumidores que son intolerantes a la lactosa), como por su baja solubilidad y tendencia a cristalizar, creando el defecto de arenosidad en los helados. Por estas razones, deben evitarse concentraciones excesivas de lactosa. El contenido de lactosa suele ser inferior al 6-7% en la mezcla, aunque el límite antes de la arenosidad es un problema que depende considerablemente del estabilizante que se ha utilizado, y de si el helado se descongela y vuelve a congelar.

Las sales minerales de las fuentes de MSNF llevan un sabor ligeramente salado que redondea el sabor acabado del helado, también contribuyen a la depresión del punto de congelación,

que debe ser cuidadosamente considerado al usar ingredientes de suero que son altos en contenido de sal mineral (Goff, 2013).

### ***Leche concentrada***

La leche descremada concentrada (condensada, evaporada) ha sido la tradicional fuente de MSNF para mezclas, utilizada con mayor frecuencia que cualquier otra fuente de productos lácteos concentrados debido a varias ventajas que puede traer para mezclar calidad y conveniencia de fabricación. Contiene 25-35% de MSNF y se prepara evaporando el agua de la leche descremada usando vacío y calor.

La leche condensada endulzada se utiliza a veces como una fuente de MSNF concentrado. Tiene un sabor único, ligeramente caramelizado que se puede utilizar para distinguir el sabor de una mezcla particular. El azúcar añadido (40-44%) mejora la calidad de conservación de los productos concentrados, ya que el azúcar eleva la presión osmótica y disminuye la actividad del agua (Goff, 2013).

### ***Productos de suero***

Los sólidos de suero seco se utilizan ampliamente en postres congelados, ya que son fuentes baratas de sólidos lácteos. Las normas federales en los Estados Unidos permiten la sustitución de hasta el 25% de la MSNF como sólidos de suero. En Canadá y la Unión Europea, no hay restricción legal en su uso. El suero de leche contiene agua, lactosa, proteínas de suero y una pequeña cantidad de grasa, pero muy poca caseína. Mientras que la leche descremada en polvo contiene 54,5% de lactosa y 36% de proteína, el suero en polvo contiene 72-73% de lactosa y sólo alrededor de 10-12% de proteína.

Por lo tanto, su uso puede agravar algunos de los problemas asociados con la lactosa alta, a saber, punto de congelación reducido y potencial de arenisca. La única ventaja de suero en polvo es su bajo costo, se ha prestado mucha atención al uso de estos productos de suero en helados.

La funcionalidad de la proteína del suero difiere de la caseína micelar, debido diferentes estructuras involucradas. Sourdet et al. (2002, 2003) estudiaron los efectos de diferentes relaciones de proteína de suero a caseína en formulaciones de helados y tratamientos térmicos

sobre la estructura y estabilidad en helados. Ellos mostraron que las proporciones mejoradas de proteína de suero, a un óptimo, podría mejorar las características de helado, pero el tratamiento térmico jugó un papel importante en la funcionalidad de proteína de suero. Las proteínas del suero pueden modificarse para mejorar la funcionalidad de la mezcla de helado a través de procesamiento a alta presión (Lim et al., 2008, Huppertz et al., 2011) a través de la agregación térmica (Relkin et al., 2006). Los aislados de proteína de suero (Whey Protein Isolate - WPI) del procesamiento de intercambio iónico, que no contienen lactosa, también están disponibles para mezclar con otros ingredientes para proporcionar el contenido de MSNF deseado para formulaciones de helado cuando no se desea lactosa. Se ha demostrado que el WPI aumenta la viscosidad de la mezcla y aumenta la dureza y la fusión del helado (Akalm et al., 2008).

### ***Mezclas de leche en polvo***

Se ha convertido en una práctica común utilizar mezclas de polvo a base de proteínas de leche en formulaciones de helado como una fuente de reemplazo para algunas de las fuentes tradicionales de MSNF. Se trata de mezclas patentadas, concentrados de proteínas de leche (Milk Protein Concentrate - MPC) o leche descremada en polvo, caseinatos y polvos de suero formulados con menos proteína que la leche descremada en polvo, y por lo tanto menos costosos. La proporción de proteínas de la caseína: las proteínas del suero también se reducen en relación con las fuentes tradicionales de MSNF. Sin embargo, estas deben mezclarse con proteínas de suero y caseínas para cumplir las funciones funcionales de las proteínas en el helado y lograr un equilibrio apropiado. A menudo, la proteína ha sido modificada físicamente, químicamente o enzimáticamente para mejorar su funcionalidad. Se debe tener precaución en el uso excesivo de estos polvos, ya que contienen cantidades más altas de lactosa que la leche descremada en polvo y la proteína puede ser limitante en algunas aplicaciones. Por lo tanto, se requiere una experimentación con formulaciones de mezcla individuales (Goff, 2013).

## ***Grasa***

Las grasas que se utilizan en la fabricación de helados, pueden ser de origen animal (grasa de leche) o vegetal (coco, palma, etc.), las grasas se oxidan fácilmente en presencia de oxígeno. En el proceso de oxidación se forman ácidos grasos inferiores que son fuertemente olorosos y volátiles, y por lo tanto se da lugar al enranciamiento, fenómeno que se evita en los helados por procedimientos físicos tales como la conservación a bajas temperaturas y la ausencia de oxígeno, o bien por métodos químicos (menos deseables) tales como la adición de antioxidantes (Madrid, 2003).

La grasa desempeña un papel muy importante en el helado, y es un ingrediente que afecta el costo, calidad del producto y preferencia de los consumidores. Es uno de los ingredientes más caros del helado

Las grasas desempeñan importantes funciones como ingredientes en la elaboración de helados:

- Ayudan a dar un mejor cuerpo y sabor a los helados
- Aportan energía. Las grasas producen al quemarse, 9 calorías por cada gramo, cantidad superior a la de los carbohidratos y proteínas.
- Son un importante aporte vitamínico. Las vitaminas A,D,K y E, son solubles en las grasas presentes en los helados

Como inconveniente, una ingestión excesiva de grasas, produce obesidad como consecuencia de su acumulación en diversos tejidos y órganos (Madrid, 2003).

## ***Sustancias edulcorantes***

Los azúcares más utilizados son el jarabe de glucosa, la sacarosa y la fructosa: generalmente suponen del 16 al 20% de la masa del helado. El aumento del contenido de azúcar produce en la mezcla un descenso en el punto de congelación y, en consecuencia, una disminución de la proporción de agua congelada, así como el aumento de la viscosidad, lo que inhibe el crecimiento de los cristales de hielo. Para una composición del 12 al 18% de azúcar (Mahaut, 2004).

Los edulcorantes o endulzantes se clasifican en nutritivos o no nutritivos, son los productos que, en el primer caso, aportan energía a la dieta e influyen sobre los niveles de insulina y glucosa; entre estos se incluyen sacarosa, fructosa, dextrosa, lactosa, maltosa, miel, jarabe de maíz, concentrados de jugos de frutas y otros azúcares derivados de los alcoholes, como los polioles; en el segundo caso, a los edulcorantes no nutritivos que son endulzantes potentes, su aporte energético es mínimo y no afectan los niveles de insulina o glucosa sérica, por ejemplo: sacarina, aspartame, acesulfame de potasio y sucralosa (NOM-015-SSA2-2010)

Los edulcorantes artificiales son compuestos elaborados por el ser humano, cuyo beneficio radica en que son mucho más dulces que el azúcar común, por lo cual se emplean para dar dulzor a los alimentos, por su alto poder edulcorante, se emplean en muy bajas concentraciones y aún cuando algunos aportan energía al comparar, su presencia en los alimentos es tan baja, que su aporte energético a un alimento es despreciable.

En la tabla 5, se muestra el poder edulcorante de algunos de estos, tomando como referencia que el poder edulcorante de la sacarosa es 1.

Tabla 5 Edulcorantes artificiales.

Edulcorante	Poder edulcorante
Aspartame	200
Sacarina	300
Estevia	300
Sucralosa	600
Neotame	8,000-13,000

Aguilar, A (2004) *¿Dulce alternativa? Edulcorantes Artificiales*. Revista del Consumidor, abril 2004, 58-61.

### ***Emulsificantes***

Tienen como función estabilizar las mezclas de los líquidos inmiscibles, como son las emulsiones. En la industria de alimentos, las emulsiones pueden ser básicamente:

- a) Aceite en agua (O/A), que es cuando la fase continua es el agua, y las gotas de aceite están dispersas en ella (helados, mayonesas, aderezos, leche, etc):
- b) Agua en aceite (A/O), cuyo ejemplo más representativo es la margarina o la mantequilla, en donde las gotas de agua se distribuyen en la fase continua del aceite.

La adición de emulsificantes en la mezcla del helado es necesaria para el control de la estabilidad de la grasa durante el proceso de congelación. Los tensoactivos usados en la elaboración del helado pueden ser monoglicéridos, diglicéridos, lecitina, polisorbatos, lactilato de estearilo y varios esteres de ácidos grasos, de estos, los más comunes son los mono y diglicéridos. Las ventajas de usar emulsificantes en la elaboración de helados son las de proporcionar firmeza al helado, un overrun alto y estable, mejor textura, conservación de la forma, control del derretimiento, mayor estabilidad en el deshielo y resistencia al encogimiento.

Los emulsificantes mejoran la textura del helado al permitir que el aire se disperse más uniformemente en pequeñas células a través de la matriz. Se puede decir, que los emulsificantes hidrofílicos fomentan la aglomeración de la grasa en el helado permitiendo la formación de una película de proteínas-emulsificante débil, alrededor de las gotas de grasa, como la película es débil, la agitación durante la congelación desestabiliza a la película e influencia la aglomeración de las gotas de grasa. Si los ácidos grasos forman parte de mono y diglicéridos insaturados la película es fuerte, más flexible y le da al helado una textura firme. La proporción usada de emulsificante, disminuye el tiempo necesario para la desestabilización de la grasa (Goff, 2013).

### ***Estabilizantes***

Los estabilizantes para helado, son un grupo de ingredientes (usualmente polisacáridos).

Los propósitos principales sobre el uso de estabilizantes en helados son:

- Aumentar la viscosidad de la mezcla.
- Estabilizar la mezcla y para evitar que se aclare (por ejemplo, carrageninas).
- Ayudar a la suspensión de partículas de sabor.
- Producir una espuma estable con fácil corte y rigidez en el congelador.
- Retrasar o reducir el crecimiento de cristales de hielo y lactosa durante el almacenamiento, especialmente durante los períodos de fluctuación de la temperatura, conocido como choque térmico.
- Disminuir la migración de humedad del producto al envase o al aire.
- Ayudar a prevenir la contracción del volumen del producto durante el almacenamiento.

- Proporcionar uniformidad al producto y resistencia a la fusión.
- Producir suavidad en la textura durante el consumo (Goff, 2013).

Muchas de estas funciones se atribuyen a una mayor viscosidad de la fase en el helado. Una característica de importancia de los estabilizantes es que no proporcionen aromas o sabores extraños, que no se unan al helado, que contribuyan a la fusión aceptable del helado y proporcione textura deseable al consumir. Las limitaciones en su uso incluyen a que pueden proporcionar una mezcla con viscosidad excesiva; contribuyendo a un cuerpo pesado y empapado. Aunque los estabilizantes aumentan la viscosidad de la mezcla, tienen poco impacto en la disminución del punto de congelación.

La mayoría de los fabricantes de helados usan mezclas comerciales estabilizantes-emulsionantes formuladas por empresas especializadas, estas mezclas usualmente son combinaciones de estabilizantes y emulsionantes, pero se denominan como estabilizantes. Los ingredientes más utilizados en mezclas para el helado regular son guar y goma de algarrobo (LBG), goma de celulosa (los hidrocoloides primarios), carragenina (el hidrocoloide secundario), Mono / diglicéridos y polisorbato 80 (los emulsionantes). Históricamente, la gelatina se usó en la mayoría de las formulaciones o recetas caseras como un estabilizador del helado. Sin embargo, la industria del helado ha hecho muchas mejoras en la estabilización y emulsión de helado y otros postres congelados, y una gama de polisacáridos (Goff, 2013).

Las mezclas se formulan para proporcionar la funcionalidad deseada en las mezclas para helado, con características específicas de cada formulación, deben dispersarse fácilmente, disolverse a las temperaturas de proceso, deben minimizar la formación de polvo y tener un precio adecuado para el producto a elaborar.

La cantidad y tipo de mezcla estabilizante-emulsionante necesaria en el helado varía con la composición de la mezcla; ingredientes utilizados; tiempos de procesamiento, temperaturas y presiones; temperatura y tiempo de almacenamiento, entre muchos otros factores. El mejor consejo es seguir las recomendaciones del proveedor para su aplicación. Generalmente se usa 0,2-0,5% de una mezcla estabilizante-emulsionante en la mezcla de helado. El uso excesivo del estabilizante conduce a un defecto del helado conocido como “gumminess” (gomoso), en el cual el producto no funde suficientemente rápido en la boca y retiene la

masticación excesiva. Los estabilizantes pueden producir la sensación gomosa, aún a concentraciones de uso bajas por lo cual para el desarrollo de un producto se requiere ser cauto en la aplicación del estabilizador para obtener la funcionalidad física deseada (Goff, 2013).

Los hidrocoloides más utilizados como estabilizantes en los postres congelados se describen a continuación en la tabla 6

Tabla 6 Hidrocoloides utilizados en postres congelados.

<p>Carboximetil Celulosa (CMC)</p>	<p>La selección de CMC para el uso alimentario incluye el grado de sustitución de los grupos carboximetilo (cuanto más sustituido, más soluble se vuelve), la uniformidad de sustitución (cuanto más aleatoria sea la sustitución, más tixotrópico será el comportamiento en el agua, a la presencia de regiones no sustituidas que pueden interactuar entre sí, tixotrópico (significa adelgazamiento con tiempo de cizallamiento), y el grado de polimerización (cuanto más larga es la molécula, más viscosa es la solución). CMC se disuelve fácilmente en la mezcla, y tiene una alta capacidad de retención de agua por lo que se considera estabilizador muy bueno en un helado (Goff, 2013).</p>
<p>Carragenina</p>	<p>Es un polímero de galactosa con un contenido de éster de sulfato de 20% o más. Existen al menos tres formas naturales clasificadas por la cantidad de sulfato en las moléculas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Carragenina-Lambda tiene ~ 35% de grupos éster-sulfato y es soluble en frío;</li> <li>○ Carragenina-Iota tiene ~ 32% de grupos éster sulfato y es menos soluble;</li> <li>○ Carragenina-Kappa tiene ~ 25% de grupos éster-sulfato y puede formar geles rígidos, termorreversibles, de alta resistencia.</li> </ul> <p>En aplicaciones de helados, las fracciones de k-carragenina no se utilizan con frecuencia como estabilizante primario sino como un hidrocoloide secundario para prevenir el liofilizado de la mezcla, una condición</p>

	<p>promovida por los otros estabilizadores debido a su incompatibilidad en solución con proteínas de leche. Por lo tanto, se incluye en la mayoría de las formulaciones estabilizantes mezcladas a tasas de uso de 0.02-0.05% (Goff, 2013).</p>
Goma guar	<p>Se compone de un polisacárido de galactomanano formado por una columna vertebral de manosa con unidades de galactosa de ramificación única, es fácilmente hidratado y se disuelve fácilmente en agua fría (10-30 ° C).</p> <p>Produce mezclas altamente viscosas y tixotrópicas (adelgazamiento con tiempo de cizallamiento) a bajas concentraciones en aproximadamente 2 h. Es altamente considerado como un buen estabilizador de helado (Goff, 2013).</p>
Goma xantana	<p>Es un exopolisacárido bacteriano producido por el crecimiento de <i>Xanthomonas campestris</i> en cultivo. Sus propiedades en las soluciones: viscosidad uniforme a lo largo de una amplia gama de temperatura y pH, alta viscosidad a baja concentración, alto grado de pseudoplasticidad (dependencia de la viscosidad por cizallamiento) y buena solubilidad a 10-30 ° C. Si bien es común en productos como aderezos para ensaladas donde sus características de pseudoplasticidad son altamente deseables, no se utiliza con frecuencia en el helado (Goff, 2013).</p>
Maltodextrina	<p>Son hidratos de carbono obtenidos por hidrólisis parcial del almidón de maíz mediante enzimas hidrolíticas en medio ácido. Las maltodextrinas son “agentes de carga”, es decir, sustancias inertes que permiten aumentar los sólidos de un alimento sin un cambio vinculado en su viscosidad. Son espesantes débiles, humectantes y formadoras de productos con bajo contenido de grasas. Son fácilmente digeribles y por ello se aplican muy eficientemente en bebidas utilizadas como suplementos nutricionales. No contienen grasa ni fibra.</p> <p>Las maltodextrinas se han usado ampliamente como agentes de carga en helados de bajo contenido de grasa. Las maltodextrinas han perdido la estructura granular del almidón y son completamente solubles, pero pueden</p>

	formar geles termorreversibles o redes macromoleculares que dan lugar a sus propiedades de imitar a las grasas. Por lo tanto, pueden dar una sensación cremosa a los postres congelados bajos en grasa con un cierto éxito (Gil, 2010).
--	---

### ***Saborizantes y colorantes***

Los postres congelados son valorados por los consumidores por la amplia gama de sabores de excelente calidad que se pueden encontrar en el mercado y que pueden atraer a todos los gustos. La adición de sabores también proporciona a los fabricantes la oportunidad de diferenciar sus productos y competir por cuota de mercado.

Las sustancias nutritivas importantes para los postres congelados son la vainilla, el chocolate y el cacao, las inclusiones de confitería y de panadería, las frutas y extractos de frutas, los frutos secos, las especias y los licores, aunque otros sabores pueden incorporarse fácilmente a postres congelados, si existe un mercado para ellos.

En la tabla 7 se muestra a nivel mundial, la distribución de sabores que atraen al consumidor es sorprendentemente similar. En todos los principales países de consumo de helado, la vainilla, el chocolate y la fresa se encuentran entre los cinco primeros, mientras que los caramelos, los frutos secos y otros sabores de frutas constituyen gran parte del resto. Es fácil encontrar una amplia gama de sabores exóticos, incluyendo diversos sabores vegetales, especias, salados y picante, pero también es evidente que estos constituyen sólo una pequeña cuota de mercado dentro de cada país

Tabla 7 Principales sabores de helado en orden de compra (2010) por país (datos de *Euromonitor International*, 2011)

Sabor	Países								
	Australia	Estados Unidos	Canadá	Italia	Reino unido	Dinamarca	Suecia	China	México
Vainilla	1	1	1	4	1	1	1	2	4
Chocolate	2	2	2	1	2	2	2	1	1
Fresa	3	8	3	5	3	3	3	3	2
Napolitano		3							
Limón				3					5
Chispas de chocolate	4	5			4				
Nuez		4		2		6			3
Pera							4		
Ron y pasas	5					9	6		
Regaliz						5	7		
Plátano	6					7			
Galletas y crema		6							
Stracciatella				6					
Caramelo			4		6	4			
Frutas exóticas				5	5		5	4	
Cereza									
Mango	7								
Menta de		7	6						
Café			5			8		5	6
Maple			7						

Goff, H., & Hartel, R. (2013). *Ice Cream* (1st ed.). Boston, MA: Springer US pág. 90

Los helados norteamericanos son conocidos por su amplia gama de sabores y combinaciones de sabores, incluyendo sabores complejos con múltiples combinaciones de ingredientes aromatizantes, incluyendo a menudo piezas de inclusión grandes. Las preferencias de sabor cambian con el tiempo. Los sabores de confitería, panadería y dulces han, hasta cierto punto, desplazado los sabores a base de frutas en las últimas dos décadas. Las preferencias recientes se muestran en la Tabla 8. Las inspiraciones internacionales del sabor son también introducciones bastante nuevas: por ejemplo, curry rojo tailandés y leche de coco; sabores asiáticos incluyendo té verde, frijol verde y maíz amarillo. Sabores mexicanos incluyendo dulce de leche “cajeta” o chipotle; y sabores caribeños como coco, mango o guayaba. Los sabores de los niños, como la goma de mascar, cola de tigre (helado de naranja con regaliz negro o helado de plátano con ondulación de chocolate), o algodón de azúcar, también se pueden encontrar en muchas presentaciones de sabor. Las introducciones estacionales de los sabores del helado pueden aprovecharse de sabores del día de fiesta. Las presentaciones de Pascua o de Halloween también pueden ser populares. Dos características importantes del sabor son el tipo y la intensidad. En general, los sabores delicados se mezclan fácilmente y tienden a no ser objetables a altas concentraciones, los sabores ásperos tienden a ser objetables, incluso en concentraciones bajas.

Tabla 8. Ventas de helados por categoría de sabor en supermercados estadounidenses (2010)

Sabor	% en volumen
Vainilla	28.8
Chocolate	14.3
Panadería / pastel / galleta	13.6
Chispas de chocolate	8.6
Todos los sabores de nueces	4.7
Fresa	3.3
Napolitano	2.5
Café	1.6
Todos los demás sabores	22.6
	100

Goff, H., & Hartel, R. (2013). Ice Cream (1st ed.). Boston, MA: Springer US pág. 90

## **1.3 ALIMENTOS FUNCIONALES**

### **1.3.1 Definición de alimento**

El alimento es definido como cualquier producto natural o procesado, que suministra al organismo que lo ingiere, la energía y las sustancias químicas necesarias para mantener un buen estado de salud (ILSI, 2002).

La función principal de los alimentos es cubrir las necesidades metabólicas del individuo en cuanto al aprovisionamiento de combustibles y de materiales plásticos para la renovación de los tejidos. Un alimento es bueno si es bueno como nutriente ( FECYT 2007).

Los nutrientes son definidos como las sustancias químicas contenidas en los alimentos, por ejemplo, vitaminas, minerales, lípidos, carbohidratos, proteínas para los cuales se han establecido ingestas recomendadas y otros componentes que incluyen fitonutrientes o bioactivos presentes en los alimentos (ILSI, 2002).

Todos los alimentos son saludables cuando forman parte de una dieta equilibrada, siempre y cuando cumplan con los requisitos básicos de seguridad y con las excepciones de alimentos que pueden presentar alérgenos para personas con alergias específicas o intolerancia a algún componente específico como lactosa o gluten (Calvo, 2011).

#### ***Alimentos de uso específico para la salud***

Un alimento de uso específico para la salud debe considerar a todos aquellos productos alimenticios que ofrecen algún componente con una actividad positivamente favorable en el ámbito de la prevención de enfermedades crónicas. Es decir, ésta denominación corresponde a los alimentos en cuya composición intervienen sustancias que, una vez consumidas, desarrollan una actividad preventiva frente a ciertas enfermedades (Astiasarán, 2003).

#### ***Clasificación de alimentos para la salud***

En la segunda mitad del siglo XX surgieron los conceptos alimentos funcionales y nutracéuticos, que pertenecen a la categoría de los alimentos de uso específico orientado a mejorar la salud. Existe en la población una importante confusión de conceptos. No distingue con claridad entre funcionales, nutracéuticos, dietéticos y complementos, emplean términos

como “alimentos fortificados” y “alimentos enriquecidos” para la descripción de categorías, cuando se trata más bien de conceptos que definen características de su elaboración (Calvo 2011).

En la Tabla 9, se muestran los tipos de alimentos reconocidos en la normatividad legal internacional que describen las características de las categorías de productos alimentarios con propiedades benéficas para la salud. El etiquetado y la comercialización de estos tres tipos de alimentos están regulados por normas específicas (Calvo, 2011).

Tabla 9 Descripción de los tipos de alimentos de uso específico para la salud

Alimentos funcionales	Alimentos a los que se han añadido uno o varios ingredientes bioactivos (generalmente pocos), no contenidos de forma natural en el alimento en cuestión (o contenidos en muy baja cantidad), que poseen una determinada actividad biológica capaz de afectar de modo positivo al desarrollo de los mecanismos biológicos corporales relacionados con ciertas enfermedades, fundamentalmente cardiovasculares, inflamatorias, neurodegenerativas y tumorales, y desórdenes metabólicos.
Dietéticos	Son productos destinados a una alimentación especial para determinadas situaciones fisiológicas y para usos médicos.
Complementos alimenticios	Productos alimenticios cuyo fin es complementar la dieta normal y que consiste en fuentes concentradas de nutrientes o de otras sustancias que tengan un efecto nutricional o fisiológico, en forma simple o combinada, comercializados en forma dosificada, es decir cápsulas, pastillas, tabletas, píldoras y otras formas similares, que deben tomarse en pequeñas cantidades unitarias.

Reglero G. 2011 Los alimentos funcionales, un tesoro cuestionado. Encuentros multidisciplinares Vol. 13, N.º 37 pág. 37

### 1.3.2 Concepto de alimento funcional

Los alimentos funcionales son aquellos alimentos que, en forma natural o procesada, contienen componentes que ejercen efectos beneficiosos para la salud que van más allá de la nutrición. El término “*alimento funcional*” fue utilizado por primera vez en Japón a principios de los años 80, y desde allí se ha extendido hacia el resto del mundo. Se inicia en Japón la comercialización de alimentos especialmente formulados para cumplir con una función de salud. A estos alimentos se los categorizó como *Foods for Specified Health Uses* (FOSHU) y fueron el inicio de una nueva era de la industria alimentaria: la era de los alimentos funcionales.

Una definición más básica y general podría definir un alimento funcional como “aquellos alimentos naturales o procesados que, además de satisfacer las necesidades nutricionales básicas, proporcionan beneficios para la salud o reducen el riesgo de padecer enfermedades”.

En Europa, el concepto de alimento funcional solamente se aplica a alimentos que constituyen parte de la dieta y excluye su consumo en forma de cápsulas, comprimidos u otras formas farmacéuticas.

En Estados Unidos, se permite desde 1993 que se declaren propiedades “que reducen el riesgo de padecer enfermedades” en ciertos alimentos. Las “declaraciones de salud” están autorizadas por la Administración para Alimentos y Medicamentos (*Food and Drug Administration, FDA*), siempre que existan “evidencias científicas públicamente disponibles y haya suficiente consenso científico entre los expertos de que dichas alegaciones están respaldadas en ciencia”. Los fabricantes pueden utilizar declaraciones de salud para comercializar sus productos, y el objetivo de la FDA es que el fin de dichas alegaciones sea el beneficio de los consumidores, y que se facilite información sobre hábitos alimenticios saludables, que pueden ayudar a disminuir el riesgo de contraer enfermedades. Las investigaciones realizadas al respecto han identificado de forma aislada los componentes que hacen que un alimento sea funcional y determinar los beneficios concretos que los mismos proporcionan al cuerpo humano.

Un alimento funcional debe ser un alimento y debe demostrar sus efectos en cantidades que normalmente se consuman en la dieta. Los compuestos químicos bioactivos que ellos aportan al organismo ejercen funciones bioquímicas y fisiológicas beneficiosas que, en términos globales, contribuyen a lograr un “envejecimiento saludable”, a través de la reducción del riesgo de ECNT (enfermedad crónica no transmisible) prevalentes en nuestra sociedad. En otras palabras; a medida que aumenta la cantidad de años vividos se puede, a través del estilo de vida sano, contribuir a mejorar la calidad de esos años, y es en este aspecto que la dieta ingerida cumple un rol fundamental (Leal, M. 2016).

### 1.3.3 Fibra

El término “fibra dietética” fue primeramente utilizado por Hipsley en el año 1953 y en 1969 el Dr. Denis P. Burkitt, fue pionero en relacionar el cáncer de intestino grueso y otras enfermedades a una dieta carente en fibra dietética. A partir de un estudio epidemiológico demostró que estas “enfermedades de la civilización” eran casi desconocidas en países africanos (Kenya, Uganda, Sudáfrica), donde la ingestión de fibra dietaria era más elevada. La propuesta de Trowell’s del año 1999, incluyó en la definición de “fibra dietética” a oligosacáridos, polisacáridos, ligninas y otras sustancias asociadas a los vegetales; considerando componentes no estructurales como gomas, mucílagos y aditivos industriales, por ejemplo, celulosa modificada, pectinas modificadas, gomas comerciales y algas polisacáridos Actualmente existen diversas definiciones del término fibra. La National Academy of Sciences (NAS) y Food and Nutrition Board de los Estados Unidos, en el año 2002, definieron los términos *Fibra Dietaria*, *Fibra Funcional* y *Fibra Total*. Se entendió como fibra dietaria “a aquellos glúcidos no digeribles y la lignina **intactos** presentes en las plantas”. Por otra parte, describieron fibra funcional como “aquellos hidratos de carbono no digeribles **aislados** para los cuales se han acumulado evidencias de efectos fisiológicos benéficos en la salud de los seres humanos”. Y por último, a fibra total como “la suma de la fibra dietaria y la fibra funcional”. El Codex Alimentarius, en el año 2005, definió fibra dietética como “los polímeros de carbohidratos con un grado de polimerización mayor o igual a 3, que no son digeridos y/o absorbidos en el intestino delgado” (Olagnero, 2007).

### ***Recomendaciones nutricionales***

Diferentes organizaciones internacionales han elaborado recomendaciones nutricionales para fibra dietaria. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda una ingestión diaria de 27 a 40 gramos de fibra dietética mientras que Food and Drugs Administration (FDA) propone a individuos adultos un consumo de 25 gramos de fibra por día cada 2000 kcal/día. Por otra parte el National Cancer Institute (NCI, Estados Unidos) considera un consumo óptimo entre 20-30 g/día para la prevención de cáncer de colon, sugiriendo no excederse de los 35 g/día de fibra dietaria. La American Dietetic Association (ADA) recomienda a los adultos consumir una dieta que contenga de 20-30 g/día de fibra dietaria, de la cual 3-10 g deben ser de fibra soluble procedente de diversas fuentes vegetales.

En el año 2002, la NAS estableció las nuevas recomendaciones de fibra dietética para los diferentes grupos biológicos, propone una ingesta de 25 g/día para hombres y 38 g/día para mujeres (a partir de los 4 años), basándose en la observación de los niveles de ingestión que ejercen una protección de enfermedades coronarias. Para los niños de 1 a 3 años, la ingesta adecuada se situó en 19g/ día. Por otra parte, la American Health Foundation (AHF) aconseja para niños y adolescentes, entre 3 y 20 años, una ingestión diaria de fibra de 5 a 10 gramos por día (Olagnero, 2007).

### ***Clasificación***

Desde el punto de vista nutricional, se considera apropiado clasificar y organizar a las fibras alimentarias o dietéticas según su comportamiento en medio acuoso en la tabla 10 se describe brevemente sus diferencias

Tabla 10 Clasificación de las fibras alimentarias.

Las fibras alimentarias insolubles (FAI)	Son aquellas parcialmente fermentables en el intestino por las bacterias colónicas y no forman dispersión en agua. Estas moléculas son escasamente degradadas por la acción de las enzimas del tracto gastrointestinal, por lo cual llegan intactas al colon, donde son fermentadas parcialmente por las bacterias colónicas anaeróbicas. Por

	este motivo y por su capacidad de retener agua, aumentan la masa y el peso de las heces, estimulando la velocidad de evacuación intestinal. Se ha sostenido mucho tiempo que la fibra parcialmente fermentable forma compuestos insolubles con algunos minerales disminuyendo la absorción de los mismos en intestino delgado (Olagnero, 2007).
Las fibras alimentarias solubles (FAS) o totalmente fermentables	Son aquellas que forman geles en contacto con el agua. Se encuentran fundamentalmente en frutas, legumbres y cereales como cebada y avena. Desde el punto de vista fisiológico intestinal, estas fibras retrasan el vaciamiento gástrico y enlentecen el tránsito intestinal, por lo que se les atribuye efecto astringente y disminución de la respuesta glucémica (Olagnero, 2007).

#### 1.3.4 Inulina

La inulina es un polisacárido, presente en más de 36,000 especies vegetales, se concentra almacenado generalmente en el tejido fino de la planta (raíces y rizomas). Ha sido utilizada como fuente de fibra dietética de origen natural y para su uso comercial se extrae comúnmente de la achicoria (Hunter B.T., 2003).

El grado de polimerización (GP) proveniente de la achicoria oscila entre 3 y 60, con un valor promedio de aproximadamente 10. Esta se encuentra en una gran variedad de plantas, pero principalmente en la raíz de la achicoria, poro, ajo, plátano, cebada, trigo, miel, cebolla, espárrago y alcachofa. También se localiza en las partes aéreas de las gramíneas (cereales, pastos) de las cuales es más difícil extraerla, ya que se encuentra asociada a carbohidratos complejos e insolubles (celulosa, hemicelulosa) y polifenoles. La inulina puede ser sintetizada a partir de la raíz de la achicoria y desde la sacarosa a través de la acción de la  $\beta$ -fructo-furanosidasa (origen: *Aspergillus niger*) (Olagnero 2007).

Además de utilizarse como fibra dietética, también ha sido utilizada como sustituto de grasa en productos lácteos por su capacidad de gelificar con agua lo que proporciona una consistencia agradable al paladar (Guggisberg D., et al., 2009).

Esta característica de poder ser utilizada como sustituto de grasa, se debe a que la inulina de cadena larga forma micro cristales que interactúan entre sí formando agregados, los cuales

encapsulan una gran cantidad de agua creando así una textura cremosa y suave (Hunter B.T.,2003).

La inulina posee un sabor neutral suave, es moderadamente soluble en agua y otorga cuerpo. Tiene diversas aplicaciones en la industria de alimentos, puede ser utilizada como relleno en conjunto con edulcorantes de alto poder, reemplazante de las grasas, agente texturizante y/o estabilizador de espuma y emulsiones. Por estas cualidades, se incorpora a productos lácteos, fermentados, jaleas, postres aireados, mousses, helados y productos de panadería. La dosis máxima permitida para adicionar un alimento formulado con inulina es para dosis simple hasta 10 g/día y en dosis múltiples hasta 20 g/día. En dosis mayores a las permitidas puede provocar intolerancias luego de su consumo, como efectos osmóticos (diarrea), ruidos intestinales y flatulencia como consecuencia del proceso de fermentación (Olagnero, 2007). Se ha demostrado al ser utilizada como sustituto de grasa, que 1g de inulina puede tener el potencial de reemplazar 4g de grasa (Jakubczyk E., Kosikowska M. 2000).

## **1.4 MICROENCAPSULACIÓN (ESFERIFICACIÓN) DE ALIMENTOS.**

La microencapsulación es definida como una tecnología de empaquetamiento de materiales sólidos, líquidos o gaseosos. Las microcápsulas selladas pueden liberar sus contenidos a velocidades controladas bajo condiciones específicas, y pueden proteger el producto encapsulado de la luz y el oxígeno. La microencapsulación consiste en micropartículas conformadas por una membrana polimérica porosa contenedora de una sustancia activa (Araneda y Valenzuela, 2009), esta membrana, barrera o película está generalmente hecha de componentes con cadenas para crear una red con propiedades hidrofóbicas y/o hidrofílicas (Fuchs et al., 2006). El material o mezclas de materiales a encapsular puede ser cubierto o atrapado dentro de otro material o sistema. Una microcápsula consiste de una membrana semi-permeable, esférica, delgada y fuerte alrededor de un centro sólido/líquido. Se utiliza de igual manera el término de microencapsulación en la industria alimentaria, cuando se encapsulan sustancias de bajo peso molecular o en pequeñas cantidades, aunque los dos términos, encapsulación y microencapsulación, se emplean indistintamente (Yañez et al., 2002).

Los materiales que se utilizan para el encapsulamiento pueden ser gelatina, grasas, aceites, goma arábica, alginato de calcio, ceras, almidón de (trigo, maíz, arroz y papa), nylon, ciclodextrina, maltodextrina, caseinato de sodio, proteína de lactosuero o proteína de soya. Las aplicaciones de la microencapsulación se dirigen a la industria, se da a la industria textil, metalúrgica, química, alimenticia, cosméticos, farmacéutica y medicina. Dentro de las técnicas utilizadas para microencapsular se encuentran el secado por aspersion, secado por enfriamiento, secado por congelamiento, coacervación y extrusión. Las sustancias que se microencapsulan pueden ser vitaminas, minerales, colorantes, prebióticos, probióticos, sabores nutracéuticos, antioxidantes, olores, aceites, enzimas, bacterias, perfumes, drogas e incluso fertilizantes (Parra, 2010).

La esferificación (de proporcionar forma de esfera) es una técnica culinaria empleada sobre todo en la cocina moderna. La esferificación es una técnica bastante antigua (patentado en 1946 por Peschardt, W. J. M., "Manufacture of artificial edible cherries." US Pat. 2,403,547)

para la elaboración de ciertos platos en los que se desea imitar una forma, y textura, muy similar a la hueva de pescado. La encapsulación con texturas de gelatina es una técnica que hace que los sabores aparezcan repentinamente en la boca. La técnica se emplea desde los años 90 en la alta cocina en la elaboración de diversos alimentos (generalmente líquidos) como puede ser vinos, zumos de frutas o verduras, etc. De esta forma se puede obtener, caviar de manzana (zumo de manzana), caviar de oporto (elaborado con vino de oporto), caviar de té (elaborado con té verde), caviar de café o sea capsulas esféricas de sabor (Ecured.cu. 2017).

Respecto al área de alimentos, las aplicaciones de esta técnica se han ido incrementando debido a la protección de los materiales encapsulados de factores como calor y humedad, permitiendo mantener su estabilidad y viabilidad. Las microcápsulas, ayudan a que los materiales alimenticios empleados resistan las condiciones de procesamiento y empaque mejorando sabor, aroma, estabilidad, valor nutritivo y apariencia de sus productos (Yañez et al., 2002; Montes, De Paula y Ortega, 2007). Una aplicación especialmente importante en alimentos es la nanoencapsulación que involucra la incorporación, absorción o dispersión, de componentes bioactivos en pequeñas vesículas con diámetro nano (o submicrón) (Bouwmeester et al., 2009), estas nanopartículas encapsuladas en la interfase de gotas de emulsión pueden mejorar la estabilidad y controlar las gotas (Prestidge y Simovic, 2006); y ser utilizadas como transportadores comestibles para componentes de sabor-aroma o para encapsulación o nutraceuticos, así como para mejorar la elasticidad de plásticos y paquetes de alimentos bioactivos (Sozer y Kokini, 2009).

La técnica de microencapsulación ha permitido solucionar algunos problemas limitando las aplicaciones de ingredientes y aditivos alimenticios, puesto que puede controlar la eliminación de saborizantes, así como reducir volatilidad, higroscopicidad y reactividad incrementando la estabilidad de productos bajo condiciones ambientales adversas (Favaro et al., 2010).

### 1.4.1 Técnicas de encapsulación.

Las técnicas de encapsulación pueden ser divididas en dos grupos: químicos y mecánicos (Madene, Scher y Desobry, 2006). En la Figura 2 se observan los principales métodos que se utilizan para encapsular sustancias

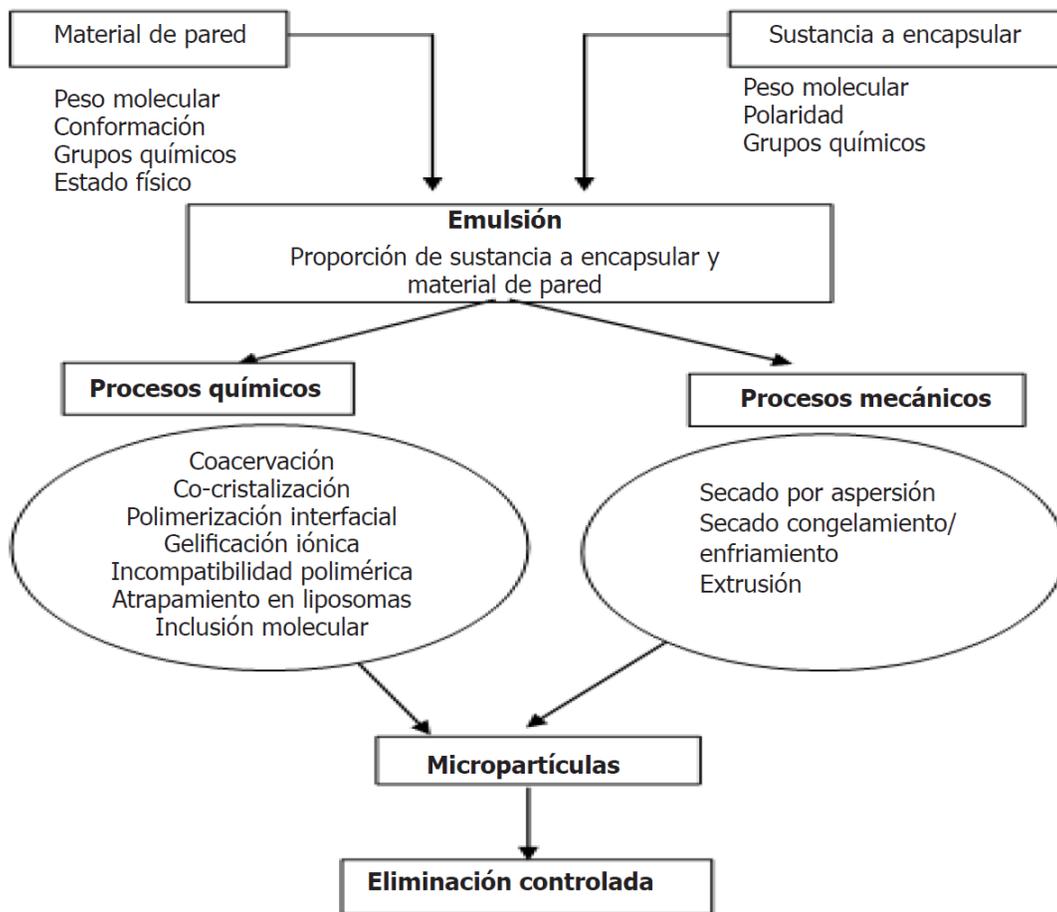


Figura 2. Ilustración esquemática de los diferentes procesos de microencapsulación (Madene, A., J. Scher, and S. Desobry. 2006. Flavour encapsulation and controlled release - a review. International Journal of Food Science and Technology 4(1):1-21, 2006.)

### 1.4.2 Agentes utilizados para la microencapsulación.

A continuación, se habla brevemente de los principales materiales o mezclas de materiales utilizadas en aplicaciones de la microencapsulación, se dirige para la industria alimenticia química, farmacéutica y medicina.

**Lactato de calcio** Es una sal cálcica del ácido láctico. En la industria alimentaria se emplea como conservador. Se emplea fundamentalmente en el procesado de ciertos alimentos con el objeto de estabilizar la estructura interna de la textura de ciertas frutas y hortalizas. También posee una cierta actividad antioxidante. El lactato es la forma ionizada del ácido láctico. Tiene una gran importancia biológica ya que es constantemente producido durante el metabolismo y al realizar ejercicio (Food Info, 2017). Su uso como aditivo esta permitido bajo las buenas prácticas de fabricación.

**Lípidos:** dentro de los principales agentes encapsulantes de carácter lipídico están: grasa láctea, lecitinas, ceras, ácido esteárico, monoglicéridos, diglicéridos, parafinas, aceites hidrogenados como el aceite de palma, algodón y soya estos; son excelentes formadores de películas capaces de cubrir las partículas individuales, proporcionando una encapsulación uniforme (Yañez et al., 2002).

**Carbohidratos:** son extensivamente empleados en la encapsulación, se utiliza la técnica de secado por aspersión para ingredientes alimenticios como soporte de encapsulamiento, dentro de este amplio grupo se encuentran los almidones, maltodextrinas y gomas (Madene, Scher y Desobry, 2006; Murúa, Beristain y Martínez, 2009).

**Almidón:** es común el uso de amidones para encapsular, normalmente se emplean almidones modificados, maltodextrinas,  $\beta$ -ciclodextrinas) son muy utilizados en la industria alimenticia (Madene, Scher y Desobry, 2006; Murúa, Beristain y Martínez, 2009); dentro de los almidones más empleados se destacan: el de papa (*Solanum tuberosum*), maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum aestivum*), arroz (*Oryza sativa*), tapioca (*Manihot esculenta*) (Yañez et al., 2002; Fuchs et al., 2006; Loksuwan, 2007) e inulina (Sáenz et al., 2009).

**Gomas:** son generalmente insípidas, pero pueden tener un efecto pronunciado en el gusto y sabor de alimentos, son solubles, de baja viscosidad, poseen características de emulsificación y son versátiles en su aplicación de encapsulación (Madene, Scher y Desobry, 2006; Murúa, Beristain y Martínez, 2009). Como ejemplos se tienen goma de algarrobo, guar, goma de tamarindo, goma gelana y xantana (Morkhade y Joshi, 2007)

**Proteínas:** diversas proteínas han sido utilizadas como microencapsulantes, ya que poseen propiedades similares a los hidrocoloides entre estas: caseinato de sodio, proteína de lactosuero, aislados de proteína de soya (Madene, Scher y Desobry, 2006; Murúa, Beristain y Martínez, 2009), ceras (Fuchs et al., 2006), gluten, grenetina (Yañez et al., 2002), caseína, soya (Sáenz et al., 2009) y gelatina (Kwak, Ihm y Ahn, 2001), este último se emplea por sus propiedades de emulsificación, capacidad de formar películas, su alta solubilidad en agua y biodegradabilidad (Favaro et al., 2010).

**El alginato** es un polímero extraído a partir de algas y utilizado como un agente encapsulante; tiene como características ser: no tóxico, biocompatible, y fácil de solubilizar (por  $\text{Ca}^{++}$  secuestrante) (Nazzaro et al., 2009).

Tiene la peculiaridad que sólo forma geles en presencia de calcio. Éstos son termorreversibles al calentarlos. Por tanto, un punto importante a la hora de trabajar con el alginato es la cantidad de calcio que contiene el alimento que se quiere esferificar. Si no encuentra ningún medio cálcico, actuará como espesante, pero nunca llegará a gelificar. La hidratación del alginato se puede hacer en frío o en caliente, pero, aunque en caliente la incorporación es más rápida, el resultado no es tan bueno (Sosa ingredients, 2017). Su uso como aditivo está permitido bajo las buenas prácticas de fabricación.

#### 1.4.3 Mecanismos de gelificación con alginato

El proceso de formación del gel por el alginato, se inicia a partir de una solución de sal de alginato y una fuente de calcio externa o interna desde donde el ión calcio se dispersa hasta formar una cadena polimérica, como consecuencia de esta unión se produce un reordenamiento estructural en el espacio resultando en un material sólido con las

características de un gel. El grado de gelificación depende de la hidratación del alginato, la concentración del ión calcio y el contenido de los G-bloques (Funami *et al.*, 2009).

### ***Gelificación iónica***

Los mecanismos de gelificación iónica se han llevado a cabo fundamentalmente por dos procesos: la gelificación externa y la gelificación interna.

- Gelificación externa (esferificación directa o básica): El proceso de gelificación externa ocurre con la difusión del ión calcio desde una fuente que rodea al hidrocoloide hacia la solución de alginato de pH neutro. La formación del gel se inicia en la interfase y avanza hacia el interior a medida que la superficie se encuentra saturada de iones calcio, de manera que el ión sodio proveniente de la sal de alginato es desplazado por el catión divalente solubilizado en agua. Este interacciona con los G-bloques de diferentes moléculas poliméricas, enlazándolas entre sí. Aunque, la fuente de calcio más usada ha sido el  $\text{CaCl}_2$  debido a su mayor porcentaje de calcio disponible, existen otras sales empleadas con menor frecuencia tales como el acetato monohidratado y el lactato de calcio (Helgerud *et al.*, 2010).

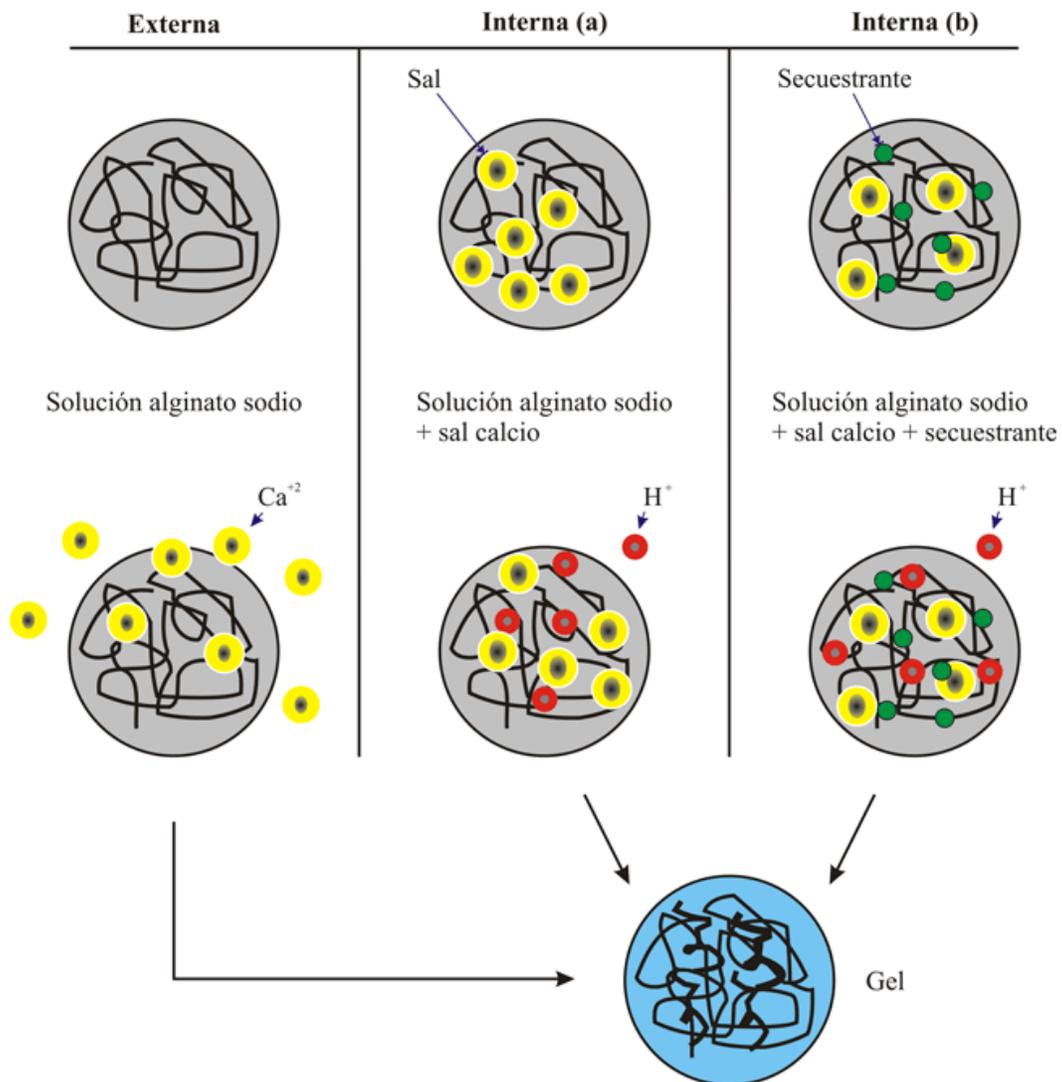
En la gelificación externa, la sal de calcio soluble es agregada a una emulsión A/O. El tamaño de partícula no puede ser bien controlado y las partículas tienden a coagular en grandes masas antes de adquirir la consistencia apropiada. Además, el tamaño de partícula que se obtiene es grande entre 400  $\mu\text{m}$  y 1 mm (Villena *et al.*, 2009).

- Gelificación interna (esferificación inversa): El proceso de gelificación interna consiste en la liberación controlada del ión calcio desde una fuente interna de sal de calcio insoluble o parcialmente soluble dispersa en la solución de alginato de sodio. Donde la liberación del ión calcio puede ocurrir de dos formas, si se tiene una sal de calcio insoluble a pH neutro pero soluble a pH ácido, por lo que es necesario adicionar un ácido orgánico que al difundirse hasta la sal permita la acidificación del medio consiguiendo solubilizar los iones calcio. En este caso, las sales de calcio más empleadas son el carbonato de calcio y el fosfato tricálcico, y en casos específicos el

fosfato dicálcico y el citrato tricálcico. Para la acidificación del medio se cuenta con ácidos orgánicos como el acético, adípico y el glucono delta-lactona. Si la sal de calcio es parcialmente soluble, el proceso de gelificación interna consiste en la adición a la mezcla alginato-sal de calcio, un agente secuestrante como el fosfato, sulfato o citrato de sodio. Al adicionar un secuestrante este se enlaza con el calcio libre retardando así el proceso de gelificación, el sulfato de sodio ha sido comúnmente el más empleado debido a su bajo costo y conveniente solubilidad. Esta técnica permite obtener partículas de un tamaño de aproximadamente 50  $\mu\text{m}$ . (Villena et al., 2009).

La principal diferencia entre el mecanismo de gelificación externa e interna es la cinética del proceso. Si lo que se pretende es el control de la transición sol-gel, en el proceso de gelificación externa los factores a manipular son la concentración de calcio y composición del polímero. Mientras que, para el proceso de gelificación interna se deben considerar la solubilidad y concentración de la sal de calcio, concentración del agente secuestrante y del ácido orgánico empleado (Draget, 2000).

Los mecanismos de gelificación iónica son descritos en la Figura 3.



Lupo Pasin B, González Azón C, Maestro Garriga A. (2012) “Microencapsulación con alginato en alimentos. Técnicas y aplicaciones” Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. pp 130-151. Enero-Junio, 2012

a) Sal insoluble. (b) Sal parcialmente soluble.  
 Figura 3. Mecanismos de gelificación iónica.

## **CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA**

---

En este capítulo se muestran y describen las actividades, procedimientos, y técnicas realizadas experimentalmente para dar resolución a los objetivos particulares que se muestran a continuación.

### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar la metodología para la elaboración de un helado funcional reducido en grasa con encapsulados de sabor, como una alternativa de producto innovador con una presentación diferente en el sabor, determinándole sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas.

### **OBJETIVO PARTICULAR 1**

Realizar una encuesta de mercado para obtener las características y especificaciones que desea el consumidor en un producto de este tipo (suavidad, cremosidad, innovación) y conocer la factibilidad de este proyecto.

### **OBJETIVO PARTICULAR 2**

Formular diferentes combinaciones con los aditivos (Inulina, almidón, carrageninas, CMC, guar) entre el rango mínimo y máximo permitido por la ley, para seleccionar la mezcla que proporcione al helado las mejores características de cuerpo, textura y cremosidad.

### **OBJETIVO PARTICULAR 3**

Encapsular mediante la técnica de esferificación directa sabores diferentes y evaluar su aceptación a través análisis sensoriales, evaluando en las esferas: tamaño, textura, color y dureza, para seleccionar el sabor preferido por los consumidores.

#### **OBJETIVO PARTICULAR 4**

Realizar los análisis microbiológicos al producto final terminado (helado de vainilla con esferas sabor Baileys) aplicando las técnicas indicadas en la NOM-243-SSA1-2010 (Microorganismos coliformes totales, *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, mesófilos aerobios) para verificar su cumplimiento con la normatividad vigente.

#### **OBJETIVO PARTICULAR 5**

Realizar un análisis químico proximal (Humedad, carbohidratos, proteína, grasa, fibra dietética y cenizas) y fisicoquímico (pH y acidez) al producto final terminado por medio de los métodos oficiales, para conocer su composición y poder verificar si el producto elaborado es reducido en grasa.

### **2.1 CUADRO METODOLÓGICO**

El cuadro metodológico que se muestra en la figura 4, se representa ordenadamente la secuencia experimental que se llevó a cabo para la realización del presente estudio, se observan las actividades preliminares, objetivos, actividades, métodos para determinar propiedades químicas, físicas y microbiológicas.

Como actividades preliminares al estudio se revisó la normatividad vigente para la elaboración de productos lácteos y derivados lácteos, también se realizó un estudio de mercado sobre los productos existentes en el mercado similares al que se desea desarrollar incluyendo precios, sabores, aditivos utilizados. Se elaboró un helado para conocer el proceso y establecer las condiciones de trabajo como tiempo, temperatura, materiales a utilizar y equipo.

Para la resolución del objetivo particular 1 se realizó un estudio de mercado para obtener información por parte de los consumidores y determinar el mercado meta.

Para el objetivo particular 2 se elaboraron 17 formulaciones de helado, basados en las diferencias encontradas en la apariencia, textura, consistencia se seleccionaron las 3 mejores

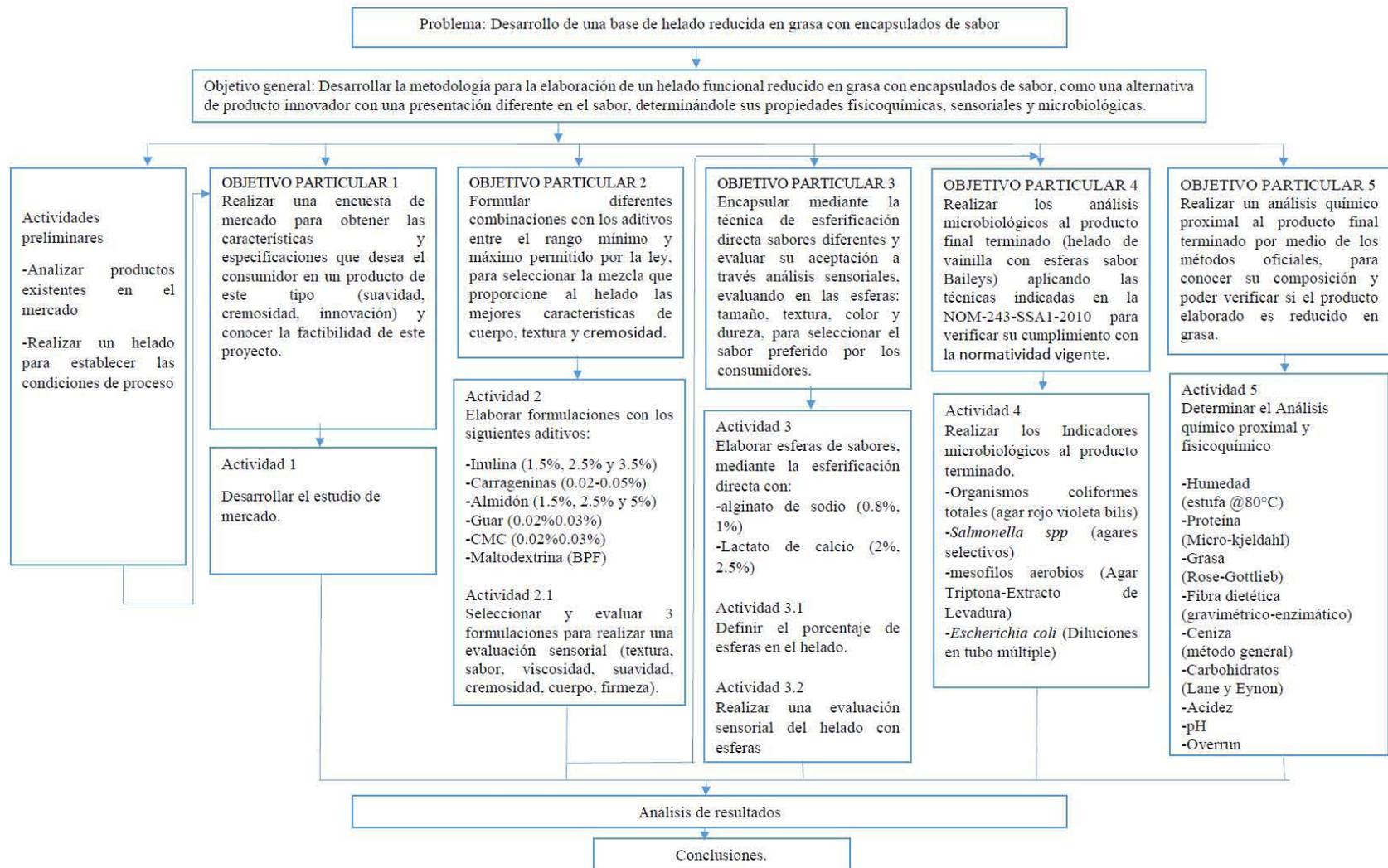
formulaciones para realizar una evaluación sensorial por medio de una encuesta hedónica de 5 niveles, para seleccionar aquella que tuviese la mayor aceptación.

Siguiendo con el objetivo particular 3 se realizaron esferas de sabores diferentes por medio de la esferificación directa con alginato de sodio y lactato de calcio, estableciendo tiempo y concentración del agente gelificante, se realizó una evaluación sensorial para la base de helado con esferas y por ultimo base de helado con esferas contra un helado comercial similar con las esferas desarrolladas, para evaluar la aceptación por los consumidores.

En el objetivo particular 4 se realizaron pruebas microbiológicas al producto final elaborado (helado de vainilla con esferas sabor Baileys) para corroborar que se trabajó de acuerdo con las buenas prácticas de manufactura y evaluar la calidad sanitaria.

Para finalizar con el objetivo particular 5 se realizó el análisis químico proximal al producto final para conocer su composición y verificar si el producto final elaborado es reducido en grasa.

Figura 4. Cuadro metodológico



## 2.2 DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 2.2.1 Actividades preliminares.

Como primera actividad preliminar, se recabó la información necesaria sobre helados comerciales, para lo cual se visitaron tiendas como Wal-Mart, Comercial Mexicana, Soriana, Bodega Aurrera, así como artículos en revista la procuraduría federal del consumidor (PROFECO). En donde se llevo el siguiente formato (figura 5):

Marca: _____
Precio: _____
Presentación (Peso volumen): _____
Porción: _____
Contenido de proteína: _____
Tipo de grasa: _____
Contenido de grasa: _____
Carbohidratos: _____
Contenido energético: _____
Ingredientes: _____
_____

Figura 5 Formato sobre helados comerciales.

En la actividad preliminar 2, se realizó una formulación inicial que se muestra en la tabla 8, para establecer las condiciones de trabajo (tiempo-temperatura), los materiales a utilizar, la selección de medio de enfriamiento. La elaboración del helado de crema se realizó siguiendo la metodología que se presenta en el diagrama de proceso representado en la figura 6.

Tabla 11 Formulación inicial.

Componente	Porcentaje (%)
Agua	32.22
Crema	44.24
Leche en polvo	10.4
Azúcar	11.77
Vainilla	1.37

Diagrama de proceso para la elaboración de helado.



Figura 6 Diagrama de proceso.

Descripción del diagrama proceso.

Como se puede observar, este diagrama de proceso consta de 7 operaciones, con el cual se elaboró el helado de crema, etapas que se describen a continuación.

Mezclado: en esta etapa se vertió en agua (medio en el que todos los ingredientes se disuelven o dispersan) los aditivos a utilizar, edulcorante de acuerdo al porcentaje de cada formulación que se propuso. Como algunos de los aditivos se dispersan mejor a una temperatura alta se ocupó una temperatura de 93°C por un tiempo de 5 minutos hasta que se dispersaron los aditivos completamente.

Homogenización: en esta etapa se añade la leche en polvo junto con la crema y el sabor vainilla, con el fin de romper la grasa en pequeñas partículas para que no se separen en un futuro, esto a una temperatura de 40°C o a la temperatura que tenga la mezcla después de haber realizado el mezclado, por un tiempo de 5 minutos.

Pasteurización: esta etapa es primordial y se considera un punto crítico, ya que al manipular los ingredientes se puede contaminar la mezcla de helado, por lo tanto, aquí se elimina cualquier microorganismo que se pudiera haber incorporado, ya sea porque no se realizó el proceso de acuerdo a las buenas prácticas de manufactura (BPM) o porque alguna materia prima hubiese venido contaminada, esta pasteurización se realiza a 63°C por un tiempo de 30 min. La pasteurización del producto, se realiza como una actividad preventiva, ya que se deben emplear materias primas inocuas y se deben asegurar las BPM en la elaboración del producto.

Enfriamiento: una vez realizada la pasteurización se lleva a cabo un pre-enfriamiento preferentemente para que la mezcla se encuentre a una temperatura baja (5°C) para la siguiente etapa.

Batido: en esta etapa se realiza la incorporación de aire en la matriz del helado en un recipiente de acero inoxidable que se encuentra en un baño de hielos con sal para favorecer

el descendimiento del punto de congelación del agua aproximadamente de  $-8^{\circ}\text{C}$  a  $-10^{\circ}\text{C}$ , el recipiente gira en el baño de hielo, para impulsar la congelación del producto en las paredes, con una espátula se remueve la mezcla que se haya congelado, para que la mezcla que está líquida también se congele, se bate hasta obtener una mezcla firme y consistente aproximadamente por un tiempo de 15 min.

Envasado: ya realizada la mezcla que se encuentra a una temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  la cual se recomienda para su consumo, pero si se desea almacenar, se ocupa un recipiente con tapa para evitar contaminación.

Almacenamiento: finalmente se almacena en un congelador a una temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$ , con una etiqueta que indique al producto, incluyendo la fecha de elaboración.

### **2.2.2 Objetivo particular 1. Estudio de mercado**

Para determinar la factibilidad de la base de helado desarrollada con esferas de sabor Baileys y definir el mercado meta, se realizó una encuesta de 10 preguntas a 100 personas, el formato elaborado se muestra a continuación en la figura 7.

- 1.- ¿Le gusta consumir helados?
- 2.- ¿Con qué frecuencia consume helados?
- 3.- Cuando compra helado ¿Cuánto compra aproximadamente en volumen?
- 4.- ¿Con qué consume regularmente el helado?
- 5.- ¿En qué momento consume helado?
- 6.- ¿Con qué nivel de agrado califica a los siguientes sabores de helado?
- 7.- Usted conoce marcas de helado que sean reducidas en grasa, calorías o light?
- 8.- ¿Padece o tiene algún familiar con alguna enfermedad como obesidad, diabetes mellitus, hipertensión, colesterol alto?
- 9.- Usted ha probado alimentos con esferas de sabor?
- 10.- En general ¿Qué tan dispuesto estaría usted, para pagar por un producto de mejor calidad?

Figura 7. Formato de encuesta para estudio de mercado.

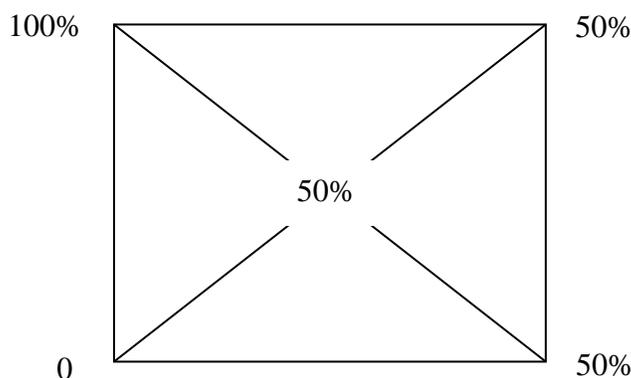
### 2.2.3 Objetivo particular 2. Formulación propuesta.

Para el desarrollo de este objetivo se planteó trabajar con aditivos permitidos, recomendados y utilizados en helados comerciales, se realizó la búsqueda de información en donde se encontró una receta casera para elaborar un helado tradicional, a partir de ahí se empezó a formular, creando diferentes combinaciones de diversos aditivos en sus concentraciones máximas y mínimas evaluando su interacción en atributos característicos en helados obteniendo 3 formulaciones finales, las cuales se les realizó una evaluación sensorial para seleccionar una formulación estrella en la que posteriormente se le incorporaron las esferas de sabor.

En la tabla 11 (pág. 47) se muestra la formulación inicial con la que se comenzó este estudio, a la cual posteriormente con el método de cuadrado de Pearson se realizó la reducción de grasa, en la cual se describe a continuación:

#### MÉTODO DEL CUADRADO DE PEARSON

“Si 44.4 g de crema marca Alpura con 30% de grasa reducirla en un 50% en materia grasa”



$$\begin{array}{r} 44.4\text{g} \text{-----} 100\% \\ X \text{-----} 50\% \end{array}$$

X= 22.2g, por lo tanto esa es la cantidad de crema que se necesita para que la formulación esté reducida en un 50%

Teniendo una formulación reducida en un 50% en crema, se buscó adicionar un edulcorante para reducir el contenido calórico en la formulación y eliminar el azúcar (sacarosa), se realizó una formulación con Splenda (Tabla 12), pero como en la formulación se redujeron sólidos se necesitaron agentes de relleno, para lo que se utilizaron aditivos permitidos y recomendados para helados.

Tabla 12 Formulación reducida en grasa y con Splenda

<b>Componente</b>	<b>Formulación Reducida en grasa (%)</b>	<b>Formulación con Splenda (%)</b>
Agua	41.4	47.9
Crema	28.4	32.9
Leche en polvo	13.4	15.5
Vainilla	1.8	2.0
Azúcar	15.1	-
Splenda	-	1.8

Tomando en cuenta que al reducir la grasa un 50%, se tiene que sustituir 6.7 gramos de grasa, para lo cual se utilizó inulina de agave como sustituto, la inulina puede sustituir 4g de grasa por 1g, Se ocupa 1.7 g de inulina, por lo cual se establecieron las siguientes concentraciones de inulina: 1.5%, 2.5%, 3.5%, también se sustituyó el azúcar por Splenda para reducir el contenido calórico, y posteriormente se cambió por sucralosa pura, para utilizar su alto poder edulcorante como dulzor para la base de helado, en la tabla 13 se muestran las concentraciones con las que se trabajaran los aditivos y gomas. Utilizando maltodextrina como ingrediente para incrementar sólidos no grasos faltantes.

Tabla 13 Concentraciones de los aditivos

<b>Aditivo</b>	<b>Concentración (%)</b>		
Inulina	1.5	2.5	3.5
Almidón	1.5	2.5	5
Carragenina Kappa	0.02	0.04	0.05
Carragenina Lambda	0.02	0.04	0.05
Guar	0.02	0.03	
CMC	0.02	0.03	

Finalmente se realizaron 17 formulaciones las cuales se muestran en la tabla 14a y 14b

Tabla 14a Formulaciones realizadas

Ingrediente	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Agua	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Crema	28.85	28.85	28.85	28.85	28.85	28.85	28.85	28.85	28.85
Leche en polvo	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Vainilla	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87
Splenda	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
Almidón	2.50	1.50	5.00	2.50	1.50	1.50	2.50	1.50	
Inulina	2.50	3.50	1.50	1.50	1.50	2.50	3.50		2.50
Sucralosa									
Kappa									
Lambda									
Guar									
CMC									
Maltodextrina	1.66	1.66	0.16	2.66	3.66	2.66	0.66	5.16	4.16

Tabla 14b Formulaciones realizadas

Ingrediente	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17
Agua	44.83	44.83	44.83	44.83	44.83	44.83	44.83	44.83
Crema	28.73	28.73	28.73	28.73	28.73	28.73	28.73	28.73
Leche en polvo	15.95	15.95	15.95	15.95	15.95	15.95	15.95	15.95
Vainilla	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87
Splenda								
Almidón	1.50				1.50	1.50	1.50	
Inulina	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Sucralosa	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Kappa		0.02				0.04	0.05	0.04
Lambda		0.02				0.04	0.05	0.04
Guar			0.02	0.03	0.03	0.03		0.03
CMC			0.02	0.03	0.03	0.03		0.03
Maltodextrina	4.60	6.06	6.06	6.04	4.54	4.46	4.5	5.96

A continuación, en la figura 8, se muestra el formato para la evaluación sensorial de las 3 mejores formulaciones, seleccionadas de acuerdo en las diferencias encontradas en apariencia, textura, consistencia de las 17 formulaciones elaboradas de helado.

EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO: M - F

**INSTRUCCIONES:**  
De la muestra que se encuentra frente a usted con el código 587, marque con una X en el nivel de la escala que corresponda de acuerdo a los sigs. atributos:

Sabor	0	1	2	3	4	5
Textura	0	1	2	3	4	5
Cremosidad	0	1	2	3	4	5
Suavidad	0	1	2	3	4	5
Firmeza	0	1	2	3	4	5

**INSTRUCCIONES:**  
De la muestra que se encuentra frente a usted con el código 452, marque con una X en el nivel de la escala que corresponda de acuerdo a los sigs. atributos:

Sabor	0	1	2	3	4	5
Textura	0	1	2	3	4	5
Cremosidad	0	1	2	3	4	5
Suavidad	0	1	2	3	4	5
Firmeza	0	1	2	3	4	5

**INSTRUCCIONES:**  
De la muestra que se encuentra frente a usted con el código 369, marque con una X en el nivel de la escala que corresponda de acuerdo a los sigs. atributos:

Sabor	0	1	2	3	4	5
Textura	0	1	2	3	4	5
Cremosidad	0	1	2	3	4	5
Suavidad	0	1	2	3	4	5
Firmeza	0	1	2	3	4	5

Figura 8 Formato de evaluación sensorial para las tres mejores formulaciones de helado.

### 2.2.4 Objetivo particular 3 Encapsulamiento del sabor y evaluación sensorial

Para la realización de las esferas se ocupó como agente gelificante, alginato de sodio el cual se propuso trabajar con una concentración de 0.8 y 1 %, en la figura 9 se muestra el diagrama para realizar las esferas. En la figura 10a, 10b, 10c se muestra esquemáticamente cómo se realizó.

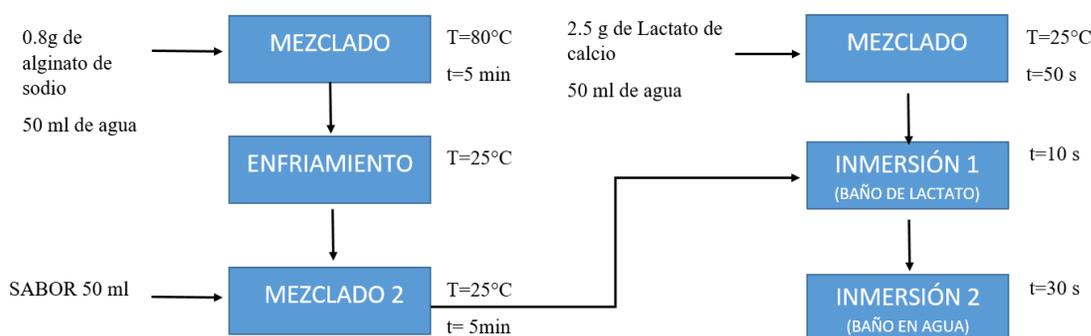


Figura 9 Diagrama de proceso esferificación directa

En la figura 10a, en el punto 1. se disolvió 0.8g de alginato de sodio en 50 ml de agua a una temperatura de  $80^{\circ}\text{C}$  por un tiempo de 5 min. Posteriormente en el punto 2. se requieren 50 ml de líquido con sabor con un pH mayor o igual a 4 esto se mezclará con la solución de alginato para tener un volumen final de 100 ml. También se realiza el baño de lactato, el cual en 50 ml de agua se disuelven 2.5g de lactado de calcio.

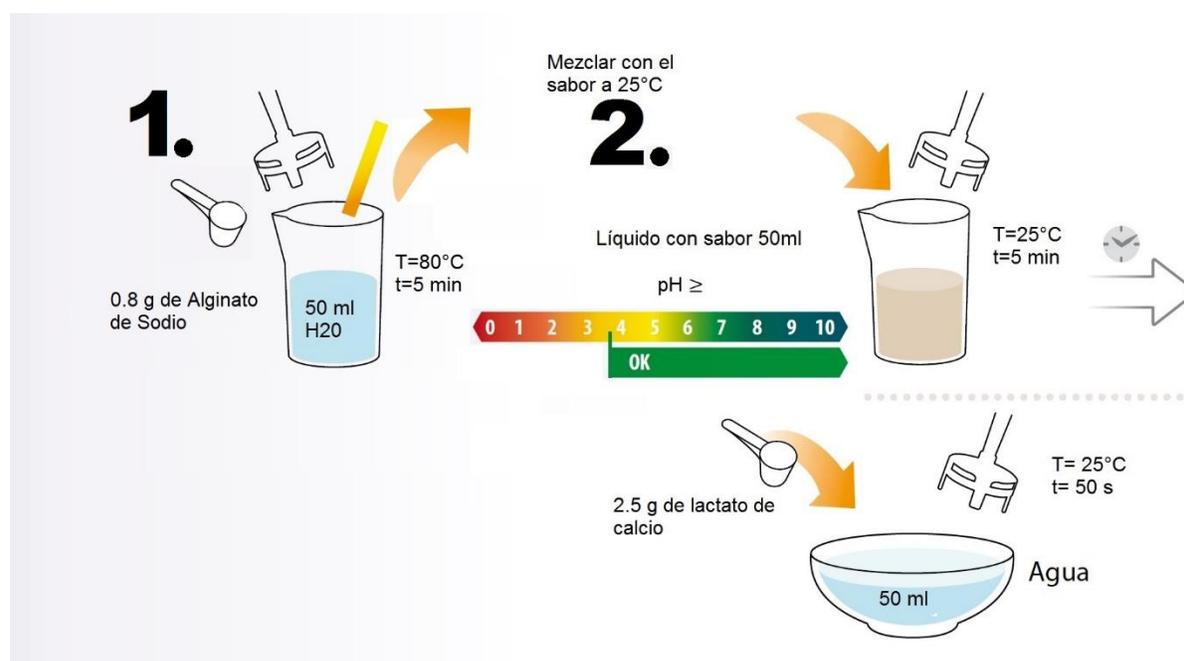


Figura 10a Esquema para la esferificación directa de sabor.

Ya realizada la mezcla de sabor con alginato, está lista la solución para ser dosificada con la ayuda de una jeringa (punto 3), se lleva a cabo una inmersión de aproximadamente 10 segundos en el baño de lactato, y se retiran las esferas con un colador (figura 10b).

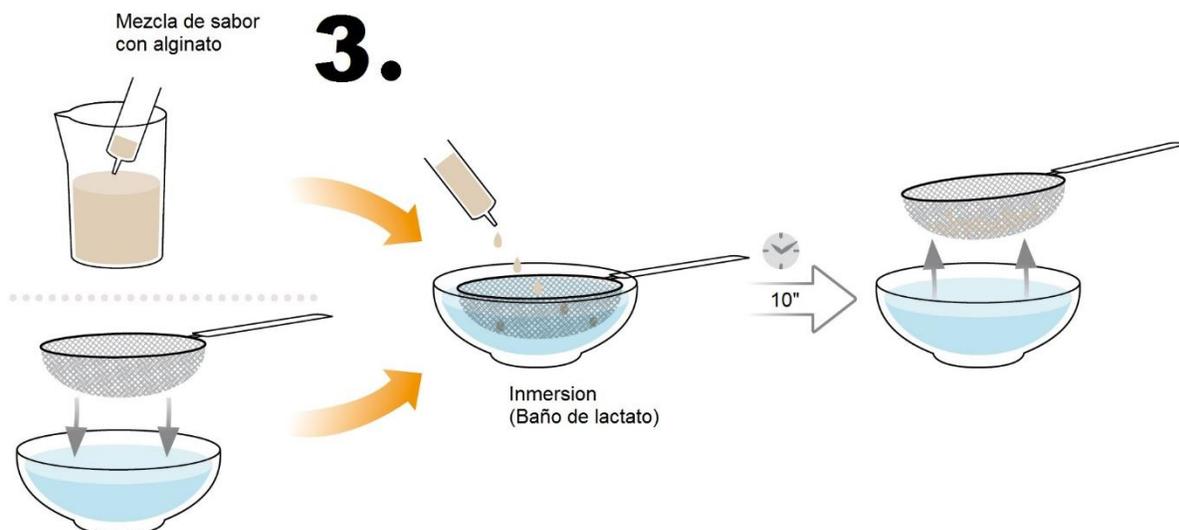


Figura 10b Esquema para la esferificación directa de sabor.

Finalmente, en la figura 10c, las esferas se enjuagan en un baño de agua (punto 4) para retirar el exceso de lactato de calcio por un tiempo de 30 segundos, seguido de esto ya están listas para consumo.

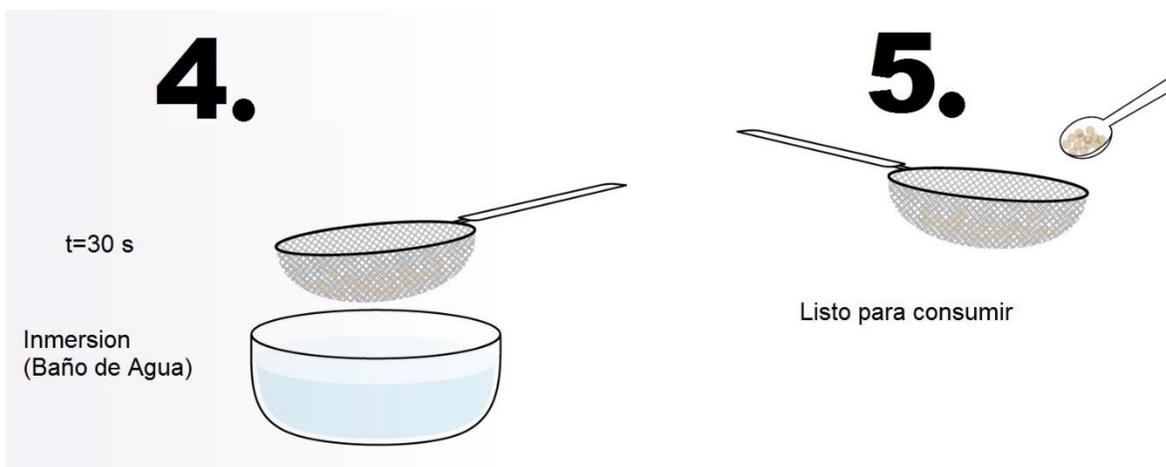


Figura 10c Esquema para la esferificación directa de sabor.

Como parte del objetivo particular 3 se realizó la evaluación de las propiedades sensoriales de las esferas en conjunto con la base de helado, con un panel de 16 jueces semi entrenados, el propósito es que ellos evalúen los 7 sabores que se encapsularon y seleccionen su muestra preferida y la de menor agrado, evaluando los siguientes atributos: sabor (helado con esferas), cremosidad (helado), color (esferas), aroma (helado con esferas), tamaño y textura en las esferas. Anotando sus observaciones y recomendaciones. El formato entregado a los panelistas, se muestra en la figura 11.

NOMBRE: \_\_\_\_\_  
 EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO: M - F

INSTRUCCIONES:  
 Indique con el número correspondiente el orden de su menor (=1) a mayor (=7) preferencia por cada muestra de helado con esferas. No se permiten empates. Gracias.

Muestras	721	526	237	831	916	306	146
Preferencias	___	___	___	___	___	___	___

Mencione el sabor que se identifica \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES:  
 De la muestra que más le agradó indique con una X el nivel de la escala que corresponda de acuerdo a las sigs. características:  
 Muestra preferida (cód.): \_\_\_\_\_

	Gusta muchísimo	gusta moderadamente	indiferente	disgusta mucho
Sabor (helado con esferas)	----- ----- ----- -----			
Cremosidad	----- ----- ----- -----			
Color	----- ----- ----- -----			
Aroma	----- ----- ----- -----			
Tamaño y textura (esferas)	----- ----- ----- -----			

INSTRUCCIONES:  
 De la muestra que menos le agradó indique con una X el nivel de la escala que corresponda de acuerdo a las sigs. características:  
 Muestra menos agradable (cód.): \_\_\_\_\_

	Gusta muchísimo	gusta moderadamente	indiferente	disgusta mucho
Sabor (helado con esferas)	----- ----- ----- -----			
Cremosidad	----- ----- ----- -----			
Color	----- ----- ----- -----			
Aroma	----- ----- ----- -----			
Tamaño y textura (esferas)	----- ----- ----- -----			

Observaciones: \_\_\_\_\_

**HELADO CON ESFERAS DE SABORES**

Figura 11 Formato de evaluación sensorial e identificación de sabores encapsulados

Posteriormente se realizó una segunda evaluación sensorial pero ahora con los dos sabores que obtuvieron la mayor aceptación por los jueces semi entrenados, para verificar y comparar en qué atributos sobresale cada sabor. El formato de evaluación es el siguiente (figura 12).

NOMBRE: \_\_\_\_\_ 21-04-16  
 EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO: M - F

INSTRUCCIONES:  
 Pruebe las 2 muestras de helado e indique con el número correspondiente su muestra favorita:  
 con un (#1) la que más le agrade y con un (#2) su segunda opción.

Muestras # 526 # 916

Preferencias \_\_\_\_\_

Mencione el sabor que se identifica \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES:  
 Indique con una X el nivel de la escala que corresponda de acuerdo a las sigs. características:

Muestra # 526 EN BOLÍGRAFO COLOR NEGRO  
 Muestra # 916 EN BOLÍGRAFO COLOR ROJO

Atributos del helado en general:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sabor										
Cremosidad										
Color										
Aroma										

Atributos de las esferas:

Tamaño										
Textura										
Sabor										
Color										
Dureza										

Sugerencias del producto:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Gracias! ☺

HELADO CON ESFERAS DE SABORES

Figura 12 Formato de evaluación sensorial para seleccionar el sabor final.

Finalmente se realizó una evaluación sensorial con 100 consumidores evaluando los atributos de la base de helado desarrollado con las esferas contra un helado comercial con características similares en consistencia y textura clasificado como un helado súper premium, se adicionaron 4 preguntas para conocer el precio que el consumidor estaría dispuesto a pagar por el producto desarrollado reducido en grasa. El formato se encuentra en la figura 13.

08-06-16

EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO: M - F

**INSTRUCCIONES:**  
De la muestra que se encuentra frente a usted con el código 331, marque con una X en el nivel de la escala que corresponda de acuerdo a los sigs. atributos:

Sabor	0	1	2	3	4	5
Cremosidad	0	1	2	3	4	5
Color	0	1	2	3	4	5
Aroma	0	1	2	3	4	5
Tamaño y textura (esferas)	0	1	2	3	4	5

**INSTRUCCIONES:** De la muestra que se encuentra frente a usted con el código 418, marque con una X en el nivel de la escala que corresponda de acuerdo a las sig atributos:

Sabor	0	1	2	3	4	5
Cremosidad	0	1	2	3	4	5
Color	0	1	2	3	4	5
Aroma	0	1	2	3	4	5
Tamaño y textura (esferas)	0	1	2	3	4	5

¿Con qué frecuencia consumiría esta base de helado con esferas?  
a) Diario    b) De 1 a 3 veces por semana    c) De 1 a 3 veces por quincena    d) Cada mes

¿Cuánto compraría aproximadamente en volumen, de la base de helado con esferas?  
a) 120mL    b) 375mL    c) De ½ a 1 Litro    d) 1½ a 2 Litros    e) Más de 2 Litros

¿Dónde le gustaría adquirir el producto?  
a) Heladerías    b) (Oxxo)    c) tiendita de la esquina    d) Supermercados

En general, ¿qué tan dispuesto estaría a pagar por un producto de mejor calidad, reducido en grasa y calorías con sabor esferificado? (Por un Litro) Considere que un litro de helado de crema con características similares vale \$170 a \$270 pesos

- Extremadamente dispuesto (150 pesos)
- Moderadamente dispuesto (110-120 pesos)
- Poco dispuesto (75-100)
- Nada dispuesto

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

Figura 13 Formato para evaluar sensorialmente el helado experimental con esferas contra helado comercial con esferas.

## 2.2.5 Objetivo particular 4 Calidad microbiológica

Se evaluó la calidad sanitaria del helado con esferas de acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010, norma en la que se establecen los límites máximos de carga microbiana para los productos lácteos

En la tabla 15 se muestra el nombre del microorganismo que se debe determinar, medio de cultivo, condiciones para las determinaciones y forma de expresar resultados.

Tabla 15 Métodos para determinación microbiológica

Microorganismo	Expresión de resultados	Especificaciones: Medio de cultivo, técnica, temperatura y tiempo de incubación
Coliformes totales	UFC/g ó ml	Agar rojo violeta bilis Método en placa 35°C X 24± 2 horas
<i>Escherichia coli</i>	Presencia o Ausencia en g o ml de muestra	Agar McConkey Técnica de Diluciones en Tubo Múltiple. 44.5°C de 24 - 48hr
<i>Salmonella spp</i>	Presencia o Ausencia en g o ml de muestra	Agar para <i>Salmonella</i> y <i>Shigella</i> (SS) Método presencia 35°C de 24 – 48hr
Mesofílicos aerobios	UFC/g ó ml	Agar soya tripticaseína Método en placa 35°C de 24 – 48hr

### 2.2.6 Objetivo particular 5 Análisis químico proximal.

Para garantizar que la base de helado desarrollada fue reducida en grasa y cumple con las especificaciones nutrimentales de la NOM-086-SSA-1994 se realizó un análisis químico proximal y parámetros fisicoquímicos, donde los procedimientos fueron repetidos por triplicado.

Las propiedades fisicoquímicas y el análisis químico proximal se realizaron por los métodos mostrados en la tabla 16.

Tabla 16 Técnicas aplicadas para el análisis químico proximal.

PROPIEDAD	MÉTODO	FUENTE
HUMEDAD	Método de estufa (100°C/3h)	NOM-116-SSA1-1994
CARBOHIDRATOS TOTALES	Valoración volumétrica (Lane y Eynon)	NOM-086-SSA1-1994
PROTEÍNA	Método micro-Kjeldahl	NOM-155-SCFI-2012
GRASA TOTAL	Método de Roesse-Gottlieb (hidrólisis alcalina)	NOM-086-SSA1-1994
FIBRA DIETÉTICA	Método gravimétrico enzimático	NOM-086-SSA1-1994
CENIZAS	Método general (550°C/3 h)	NMX-F-284-SCFI-2011
pH	pH lectura directa por equipo conductronic Ph120	NOM-F-317-S-1978
ACIDEZ	Titulación alcalimétrica	NOM-155-SCFI-2003
OVERRUN	Diferencia de volumen	Michue (2015)

## CAPÍTULO 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos y su discusión de las actividades preliminares, así como de objetivos particulares, para lo cual se utilizaron los equipos planteados en la metodología y el uso de herramientas estadísticas ya mencionadas para su estudio.

### Actividad preliminar 1

Se realizó una visita al centro comercial Wal-Mart y también se recaudó información de la revista del consumidor en el mes de junio del año 2014, la Procuraduría federal del consumidor (PROFECO) realizó un estudio analizando helados envasados de crema de leche, helados de leche y helados con grasa vegetal, sabor vainilla, adquiridos en la Ciudad de México para fines comparativos se incluyeron algunos de venta a granel. Todos los helados fueron sometidos a las mismas pruebas para verificar sus contenidos de proteína, grasa, carbohidratos y aporte calórico.

En la tabla 17, se representa la información recabada con datos de productos del Wal-Mart y de la revista PROFECO, con base en el formato (figura 5, página 46) que se presentó en la metodología.

Tabla 17 Composición y precio de helados comerciales.

Marcas	Precio* por 100g	Presentación	Porción	Información nutrimental (g/100g)			Contenido energético (Kcal/100g)
				Proteína	Grasa	Carbohidratos	
Bodega Aurrera	6.2	1 L	50 g	2.4	10.8	23	198
Holanda	7	1.89 L	100 mL	2.5	8	25.9	185
Hiland ligh	10.6	1.65 L	64 g	4.7	4.7	20.31	142
Ben & Jerry's	20.7	473 mL	100 mL	3.5	12.9	26.3	235
Häagen- dazs	44.71	100 mL	87 g	4.6	17.2	19.5	253
Member's Mark	6.90	4.73 L	50 g	4	101	24	202
Santa Clara	30	1 L	50 g	2.7	8	15.6	171
Blue Bell	15	1.89 L	74 g	4.4	10.5	17	184
Soriana	6.49	1 L	50 g	2.8	6	21	149
D'Calidad Chedraui	6	1 L	50 g	1.5	5.4	24.4	114
La Paletera Helados y Nieves	6.5	1 L	50 g	1.5	6.0	20	124

\*Precios en pesos mexicanos (febrero del 2017)

De los helados existentes en el mercado mexicano, el helado marca Häagen Dazs ocupa la mayoría de los segmentos en el resumen de las 25 marcas que fueron analizadas por la PROFECO que a continuación se muestran.

Los más grasosos:

- Häagen-Dazs Helado de crema sabor Vainilla 20.7 g/100 g
- Häagen-Dazs Helado de crema de Fresa 18.1 g/100 g
- Extra Special Helado de Leche con Vainilla Francesa 17.8 g/100 g

Los que contienen más azúcar:

- Helados Nestlé Classic Helado de grasa vegetal sabor fresa con trozos de fresa 22.7 g/100 g
- Häagen-Dazs Helado de crema de Fresa 20.9 g/100 g
- Dass Premium Ice Cream Vainilla 20.3 g/100 g

Los más densamente calóricos:

- Häagen-Dazs Helado de crema sabor vainilla 273 kcal/100 g
- Häagen-Dazs Helado de crema de Fresa 265 kcal/100 g
- Extra Special Helado de Leche con Vainilla Francesa 214 kcal/100 g

Los que más pesan (por bola de helado):

- Häagen-Dazs Helado de crema de Fresa 57.1 g
- Häagen-Dazs Helado de crema sabor vainilla 52.7 g
- Holanda Helado de grasa vegetal sabor vainilla 50.8 g

Los más proteicos:

- BLUE BELL Helado de Crema sabor a Vainilla 4.4 g/100 g
- Häagen-Dazs Helado de crema de Fresa 3.9 g/100 g
- Häagen-Dazs Helado de crema sabor vainilla 3.8 g/100 g

Los precios de estos helados oscilan entre 6 y 44 pesos por 100 g en tiendas de autoservicio. Existe una diferencia en la grasa que reporta el análisis de PROFECO contra la etiqueta que viene rotulada en el envase de Häagen Dazs, en la tabla 18 se muestra la composición de PROFECO vs. la etiqueta del producto, la cual se puede ver que la grasa es mayor en el análisis que realizó la PROFECO, la grasa es muy importante en los helados por esto se

calculó el promedio entre los resultados de la grasa de PROFECO y la etiqueta. El promedio es de 18.97g de grasa por cada 100g de producto de helado de vainilla. Tal cantidad se tomará de referencia para realizar un producto y reducirlo un 30% de grasa. Las diferencias encontradas no son de gran importancia y son atribuibles a la variabilidad experimental.

Tabla 18 Composición de helado de vainilla marca Häagen Dazs. Etiqueta nutrimental contra el análisis de PROFECO.

Componente	g/100g PROFECO	g/100g Etiqueta	Promedio
Agua	57.5	58.61	58
Carbohidratos	18	19.54	18.8
Proteínas	3.8	4.59	4.2
Grasas	20.7	17.24	18.97

#### Objetivo particular 1 Encuesta de mercado

La encuesta de mercado se realizó en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México de acuerdo al formato realizado en la metodología (fig. 7 pág. 55), los resultados mostrados son de 100 personas encuestadas.

En la Figura 14 se muestra que el 82% de los encuestados les gusta el consumo de helado, el otro 18% no lo consume por motivos de gusto, salud, intolerante a la lactosa entre otros. Por lo cual el helado como postre en México tiene una buena aceptación en el mercado.

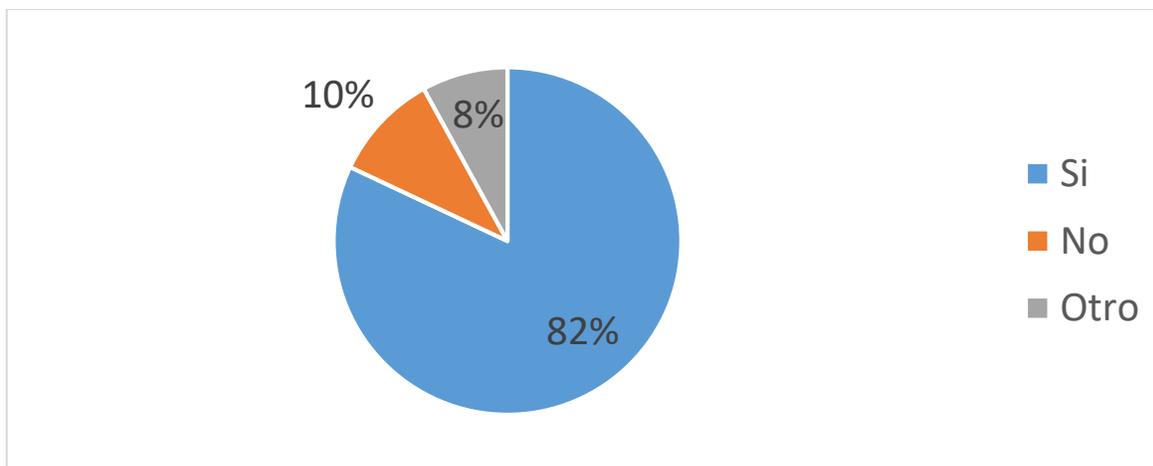


Figura 14 Consumo de helados.

En la figura 15, se muestra al 51% de la población que se le aplicó la encuesta, se observa que la frecuencia para consumir helado es de una a tres veces por quincena, lo cual indica que el producto helado se encuentra presente en la dieta mensual, el 26% lo consume una vez al mes, el 21% de una a tres veces por semana y el 2% lo consumen diariamente.

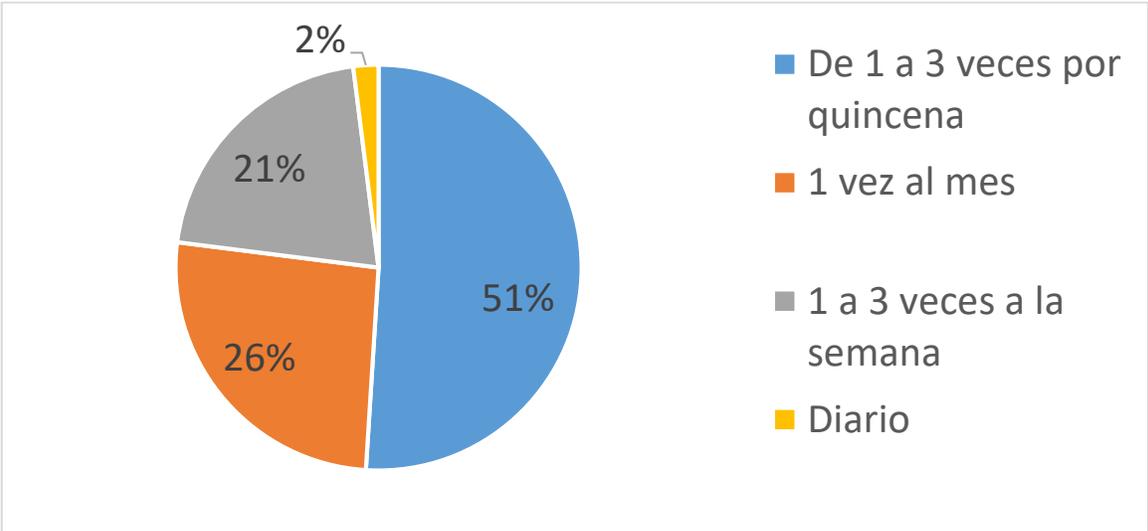


Figura 15 Frecuencia de consumo de helados.

En la figura 16 se muestra, que el 42% de los consumidores encuestados compra helado en un barquillo debido a su practicidad y el gusto por la combinación galleta helado con un volumen de 90 ml, un 30% prefiere en vaso el helado con volumen aproximado de 120 ml, un 27% compra helado de medio a un litro en volumen, y solamente el 6% compra en cantidades de más de un litro, según datos de la PROFECO (junio 2014) en México se consume un litro de helado por persona al año.

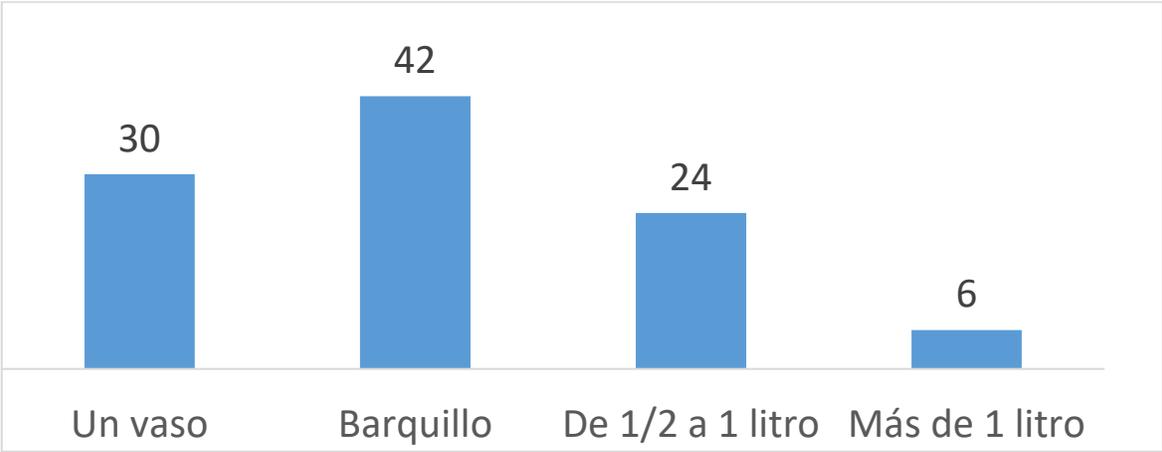


Figura 16 Cantidad de consumo de helado y presentación.

En la figura 17 se muestra, que un 33% de los encuestados consume helado combinado con alguna fruta de temporada, el 32% lo prefiere con algún cereal o galleta, 27% prefiere el helado con una cubierta de chocolate y por último, un 8% con alguna golosina, mermelada entre otras.

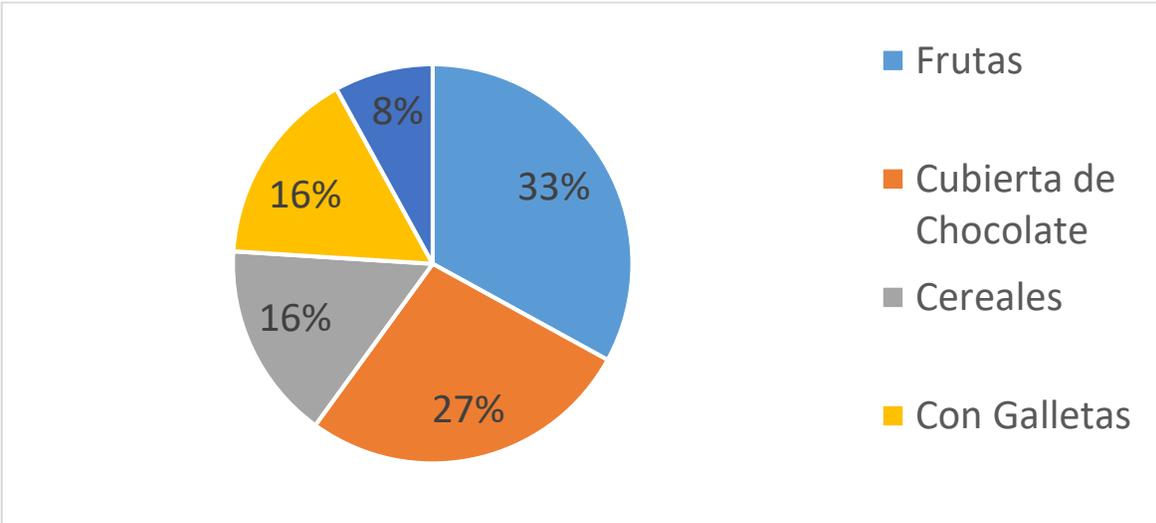


Figura 17 Cubiertas con las que se acompañan los helados.

Una estrategia importante para lograr definir los puntos de venta representativos es preguntar al consumidor en qué momento consume helado (figura 18), como respuesta, el 40% de los encuestados, consume helado los fines de semana debido a que tienen el tiempo de darse gusto y se reúnen con la familia, el 37% lo prefiere después de la comida ya que se le considera un postre apropiado para cualquier menú consumido, el 22% en alguna cita y como ejemplo citan restaurantes, parques, el cine.

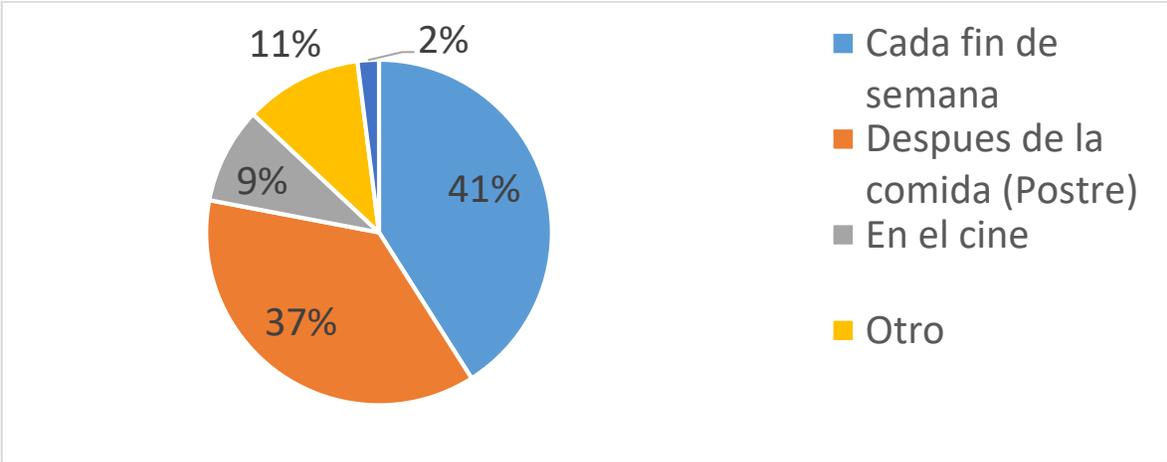


Figura 18 Momento de consumo de helados.

Los sabores de helados son muy variados en el mercado, por tal motivo se realizó una pregunta para definir el sabor o sabores preferidos por los consumidores, para decidir el sabor a encapsular, se recomendaron 8 sabores para que los encuestados calificaran el sabor que más les gusta. Los resultados (figura 19) fueron los siguientes.

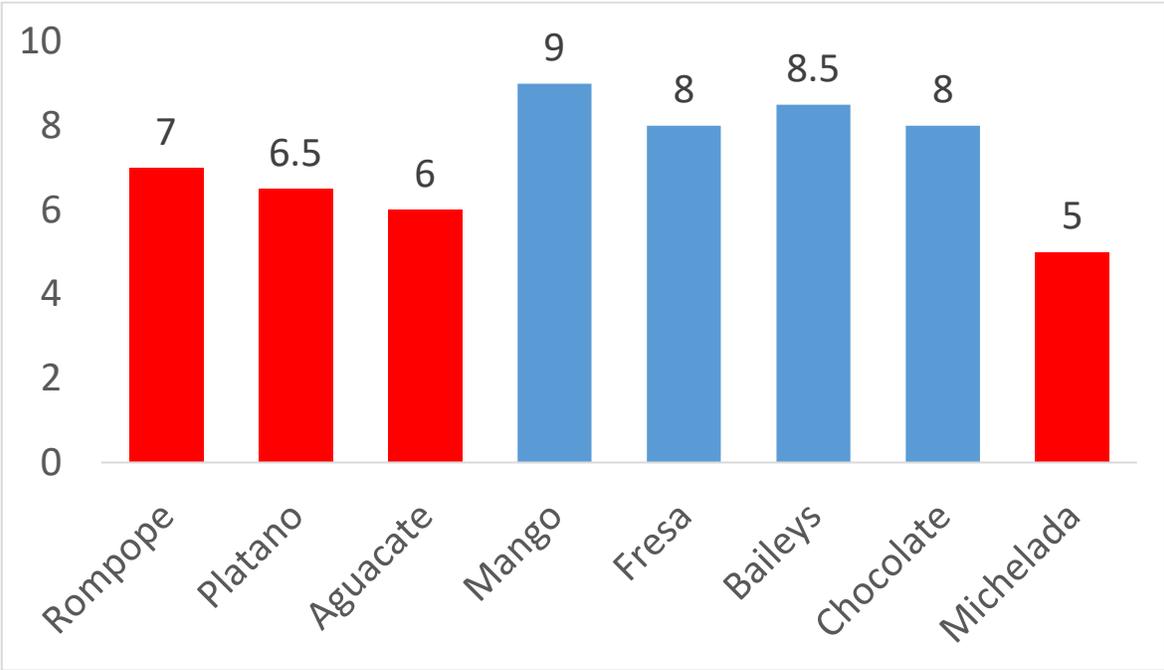


Figura 19 Calificación de sabores sugeridos.

La mayoría de las personas encuestadas tienen preferencia por el sabor mango, obteniendo la puntuación más alta, alcanzando el primer lugar, como segundo lugar quedó sabor Baileys, y hubo un empate entre sabor fresa y chocolate. Los sabores aguacate y michelada no fueron de agrado para los consumidores.

Otra pregunta importante para la realización de este estudio, fue el saber, si el consumidor ha comprado o tiene conocimiento de alguna marca que maneje líneas de helado light reducidas en grasa o calorías. La mayoría de los consumidores no tiene conocimiento de ellas, en la figura 20 se muestran los datos que el 83% no conoce un helado reducido en calorías. En la revista PROFECO de junio del 2014 se realizó el análisis a un helado etiquetado como light, resultó que el producto Helado de Crema Vainilla Light, de la marca Member's Mark, aporta 157 calorías, pero existen otras marcas sin ostentarse como light con aportes calóricos menores o similares.

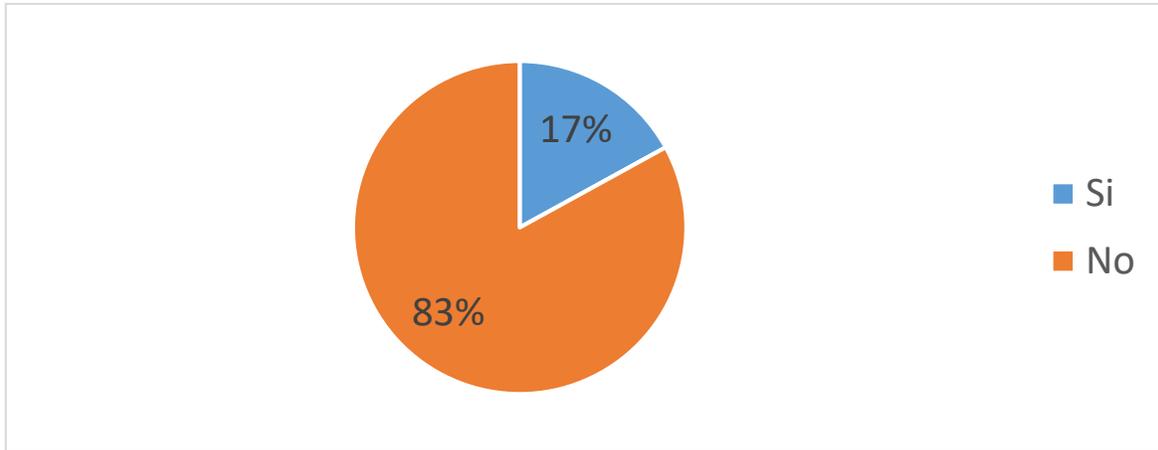


Figura 20 Personas que conocen un helado comercial light.

Para la realización de un helado funcional, añadiendo un prebiótico como lo es la inulina, al igual que una reducción en grasa y por consecuente disminuyen las calorías del producto terminado final (helado con esferas), es importante conocer si en la población hay personas que les pueda ser útil, y aparte puedan incorporar a su dieta alimentos de este tipo, es por esto que se realizó la pregunta “¿Padece o tiene algún familiar con alguna enfermedad como obesidad, diabetes, hipertensión, colesterol alto?” En la figura 21 se muestra que el 72% de la población contestó afirmativamente que sí padece o conoce alguna persona que tenga una enfermedad crónica no transmisible (ECNT).

Estas ECNT son de alta preocupación para el sector salud en el país y a nivel mundial, según estudios de la OMS presentan un alto nivel de mortalidad y discapacidad generada, en México la principal causa de muerte es la diabetes mellitus, en la figura 22 se muestra la tasa de mortalidad estandarizada por edad para enfermedades no transmisibles (Reyes 2013).

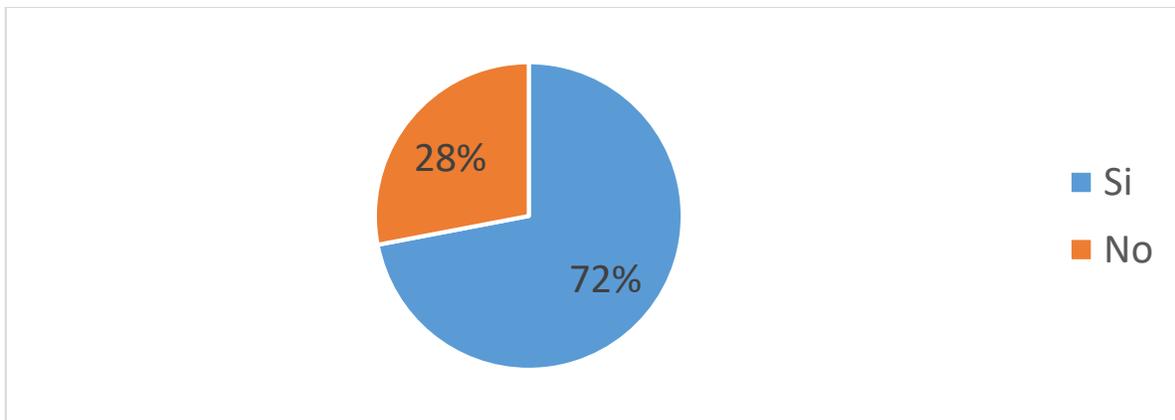


Figura 21 Encuestados que padecen o conocen alguna persona que tenga ECNT

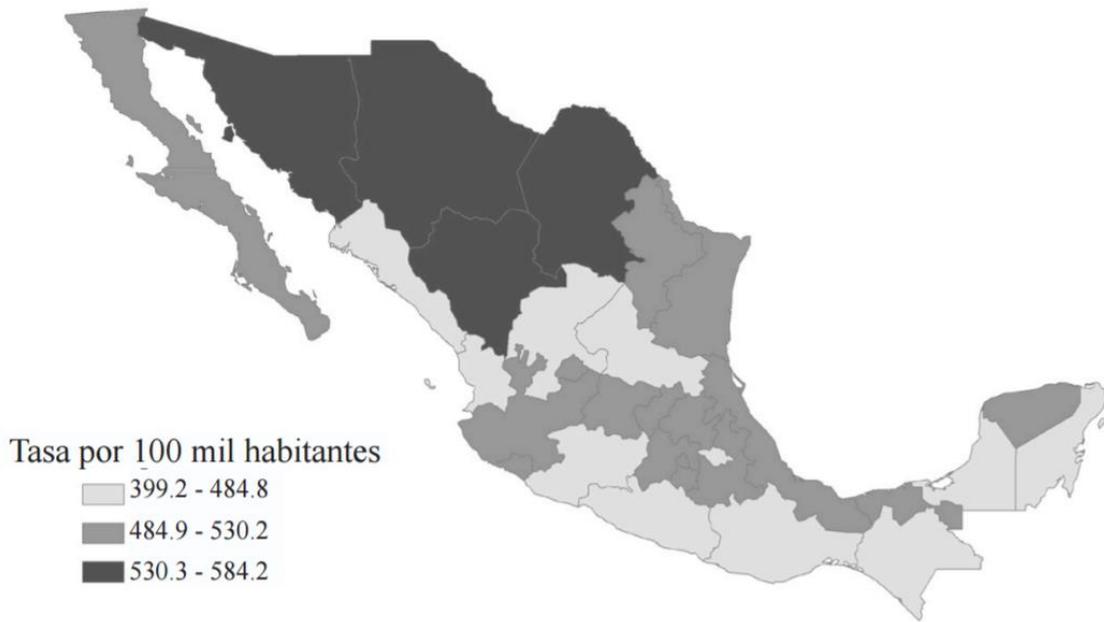


Figura 22 Tasa de mortalidad para ECNT (Reyes 2013).

Un 89% de los encuestados no ha probado alimentos con esferas de sabor (Figura 23), lo cual es un punto a favor para el desarrollo del producto, indirectamente se entiende que no hay muchos productos comerciales en los que el sabor se encuentre en esferas o cápsulas, por lo cual se estima que el producto podrá tener una aceptación y agrado por parte de los consumidores, al ser un producto innovador.

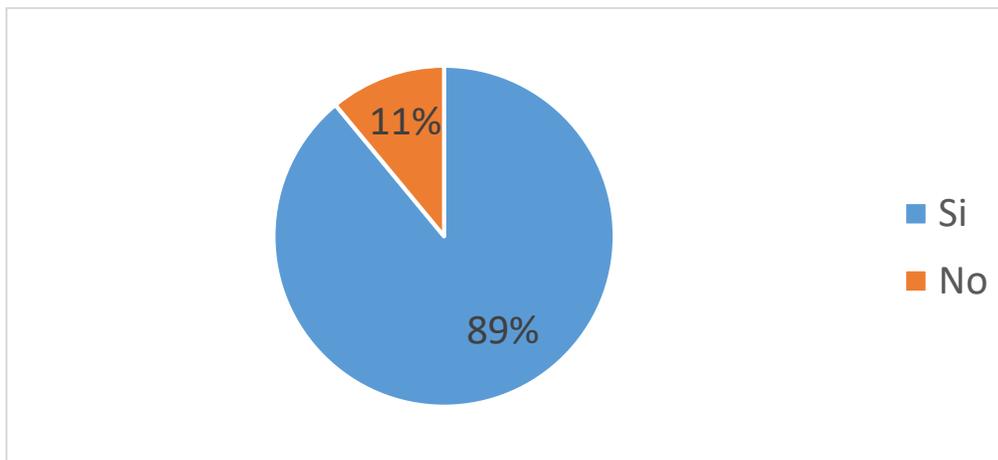


Figura 23 Consumo de alimentos con sabor esferificado.

El precio es un aspecto muy importante al desarrollar un nuevo producto, porque normalmente los alimentos adicionados con algún ingrediente funcional suelen ser mas costosos, para definir el posible precio del helado desarrollado reducido en grasa se preguntó ¿Qué tan dispuesto estaría usted, para pagar por un producto de mejor calidad? En la figura 24 se muestran los resultados, el 30% está dispuesto a pagar un precio de \$50 a \$60 pesos por un litro de helado.

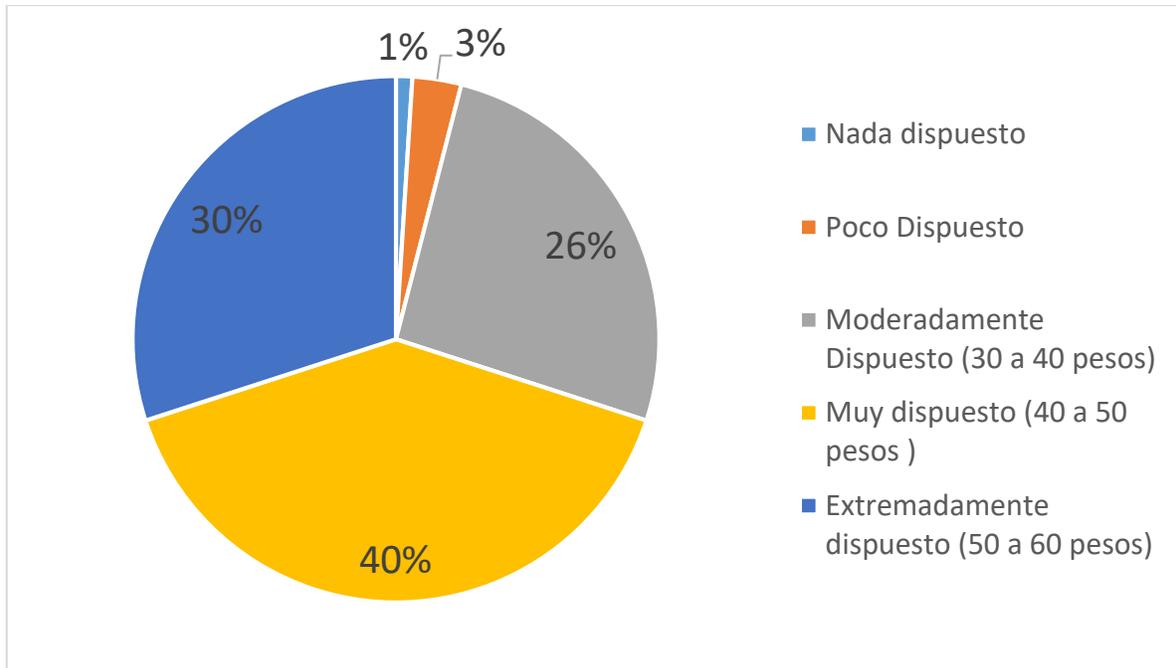


Figura 24 ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un litro de helado?

## Objetivo particular 2

De las 17 formulaciones, se evaluaron 3, estas se seleccionaron de acuerdo a las características observadas típicas en el helado que se desea obtener. Las formulaciones seleccionadas fueron F1, F10 y F16 de las tablas 11a y 11b (pág. 58).

Los Atributos (sabor, textura, cremosidad, suavidad, firmeza) fueron evaluados por 50 jueces, se realizó la evaluación sensorial y los resultados son los siguientes:

En la figura 25 se muestra la comparación de las 3 formulaciones evaluadas en donde la formulación 16 obtuvo la mayor calificación en todos los atributos.

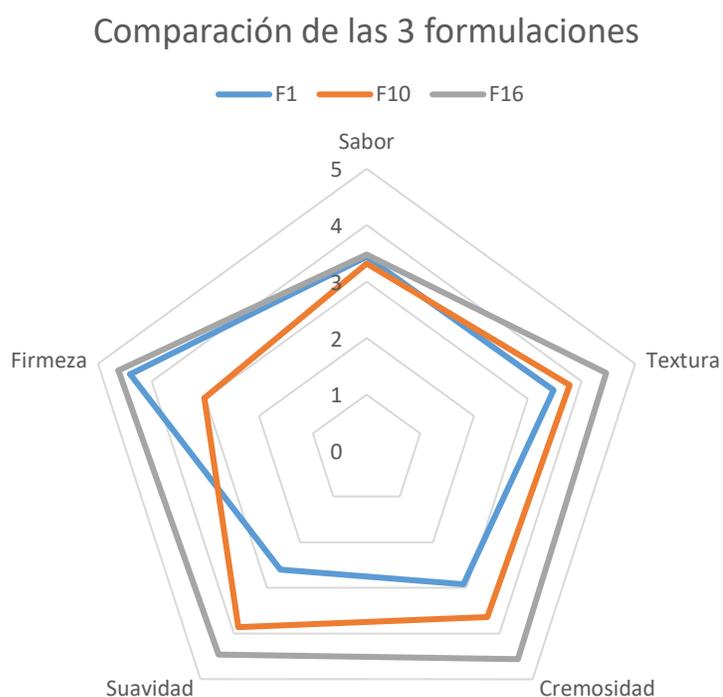


Figura 25 Comparación de las 3 formulaciones de helado.

En la tabla 19 se muestran las medias para cada atributo y mediante el uso de software estadístico Minitab, se realizó un análisis de varianza ANOVA, con un nivel de confianza del 95%, se agrupó la información utilizando el método de Tukey a un nivel de confianza 95% para indicar si hay diferencias significativas entre las formulaciones para cada atributo.

Tabla 19 Comparación de medias por atributo para cada formulación indicando diferencias significativas.

Atributo	F16	F10	F1
Sabor	3.48a	3.32a	3.44a
Textura	4.46a	3.78b	3.48b
Cremosidad	4.56a	3.64b	2.92c
Suavidad	4.46a	3.86b	2.6c
Firmeza	4.62a	3.02b	4.4a

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la figura 26 se muestran las diferencias de las medias para sabor. Para el atributo de sabor no existen diferencias significativas ya que la vainilla fue un valor constante, aparte el edulcorante fue teóricamente la misma cantidad, aunque se utilizó Splenda en la F1 se realizó el cálculo para añadir la cantidad de sucralosa pura que se necesitaba para la F10 y F16, los aditivos utilizados no interfieren en el sabor.

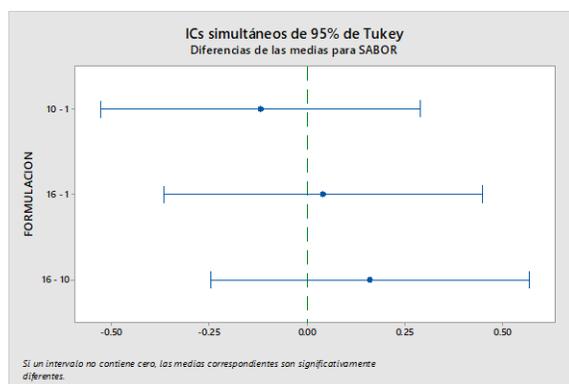


Figura 26 Diferencias de las medias en las 3 formulaciones para atributo sabor.

La textura fue significativamente diferente para la formulación 16 (Figura 27), ya que hubo sinergismo entre los aditivos (inulina, almidón, carrageninas) según M.O. Ramirez-Sucre, (2009) cuando se usa solo almidón o como parte de una mezcla de estabilizadores, el almidón es un buen agente espesante debido a su textura cremosa, incrementa la viscosidad y mejora la palatabilidad, además de la facilidad de procesamiento y bajo costo en comparación con otros hidrocoloides.

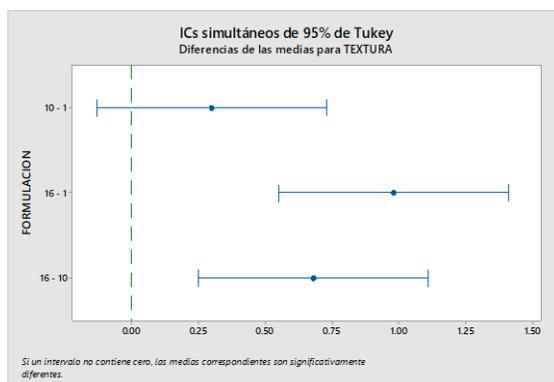


Figura 27 Diferencias de las medias en las 3 formulaciones para atributo textura.

La cremosidad y suavidad fueron significativamente diferentes para las tres formulaciones (Figura 28). La F1 obtuvo la media más baja para este atributo ya que la concentración de maltodextrina fue considerablemente baja, la F10 obtuvo el segundo lugar ya que la cantidad de maltodextrina se aumentó, según Goff (2013), la maltodextrina tiene la función de aportar cuerpo y textura ajustando los contenidos sólidos de los productos con bajos niveles de azúcar y/o bajo contenido graso.

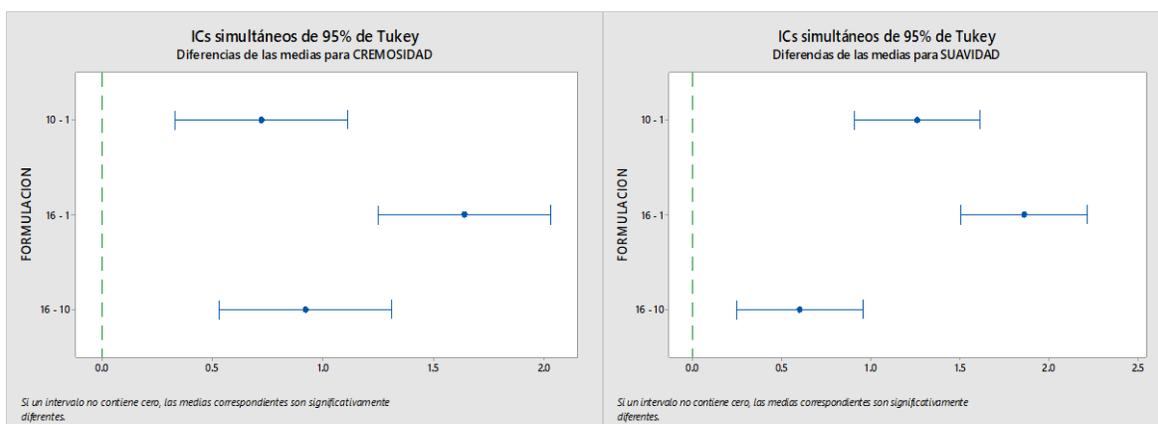


Figura 28 Diferencias de las medias en las 3 formulaciones para los atributos de cremosidad y suavidad.

La firmeza fue significativamente diferente para la F10 (véase figura 29), con respecto a la F1 y F16, esto puede deberse a que tuvo la concentración más baja en almidón y no hubo carrageninas ya que estas aumentan la viscosidad y estabilizan el helado según M.O. Ramírez-Sucre, 2009

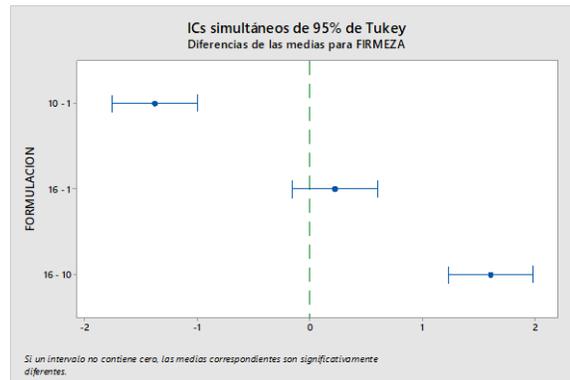


Figura 29. Diferencias de las medias en las 3 formulaciones para atributo firmeza.

### Objetivo particular 3

Ya realizadas las esferas se incorporaron al helado, y 16 jueces semientrenados realizaron el análisis sensorial de acuerdo al formato de la figura 9 que se encuentra en la pág. 61. Los resultados se muestran a continuación.

El género predominante de las personas que realizaron el análisis sensorial fueron mujeres, como lo indica la figura 30, la edad promedio fue de 26 años.

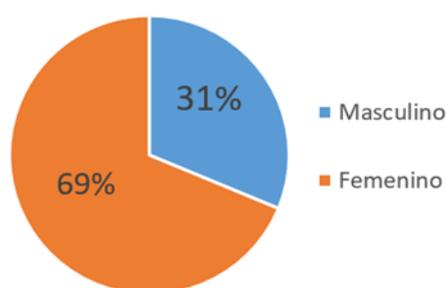


Figura 30 Diversidad de Género para el análisis sensorial de helado con esferas de sabor.

Los jueces calificaron su agrado por los sabores de esferas en el helado, para sabor Baileys 10 personas seleccionaron ese sabor como su preferido de los 7 sabores en total, y con 5 votos a favor el sabor fresa obtuvo el segundo lugar. En la tabla 20 se muestran los resultados.

Tabla 20 Selección de muestra favorita y percepción del sabor.

Sabor de las esferas	Seleccionaron la muestra (#personas)	Percibieron el sabor correcto (#personas)	Porcentaje muestra preferida
Baileys	10	7	62.5
Fresa	5	5	31.25
Mango	1	1	6.25

De las 16 personas en total que realizaron la evaluación 10 personas votaron por la muestra que pertenecía a Baileys, pero solo 7 personas percibieron e identificaron el sabor, lo que es, se atribuye esto al buen sabor que tiene el Baileys. Las tres personas que no identificaron el sabor es porque no lo habían probado, pero fue de su agrado. En la tabla 21 se muestra el top de sabores con menor agrado empezando con el sabor mango con chamoy.

Tabla 21 Top de sabores con menor agrado

Sabor de las esferas	Seleccionaron la muestra (#personas)
Mango con chamoy	7
Tequila	2
Brandy	2
Mango	2
Fresa	1
Kahlua	1
No identificó sabor Baileys	1

La combinación de la base de helado con esferas de mango con chamoy fue la muestra con menor preferencia, ya que la textura y forma de las esferas no estaban definidas y el sabor de mango con chamoy no tenía armonía con la base de helado dulce, por lo tanto, no tuvo buena aceptación por el público. Para las esferas de tequila y brandy no percibieron su sabor, porque las esferas estaban muy fuertes en contenido alcohólico y no tuvo aceptación su paladar y solo una persona no identificó el sabor Baileys y no fue de su agrado.

En la figura 31 se muestran los resultados para cada atributo, comparando el sabor con más aceptación y menor aceptación (Baileys vs. mango con chamoy), lo cual indica que el sabor de las esferas interviene en el sabor del helado final, así como el tamaño y textura de la esfera, ya que en las esferas de mango con chamoy no se logró la estructura esférica, debido a la fibra del mango, y la viscosidad del chamoy, por lo tanto se recomienda el uso de otro material para formar la esfera, como por ejemplo una cuchara perforada para esferificaciones.

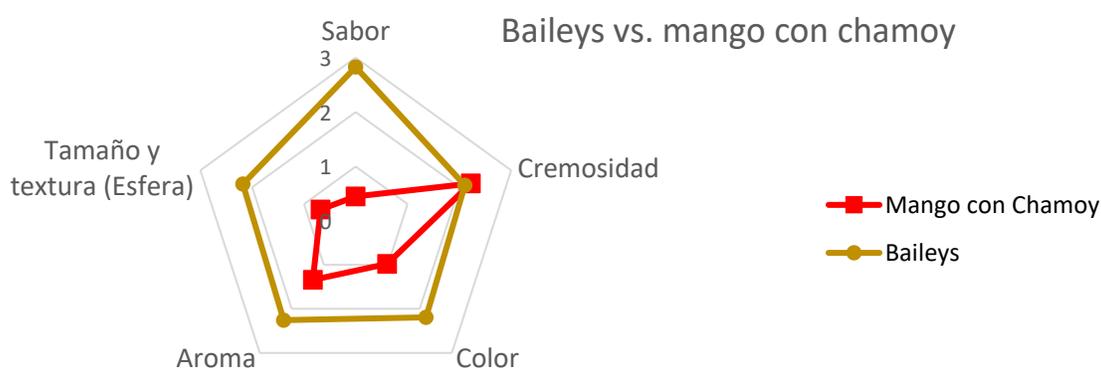


Figura 31 Comparación de atributos del producto elaborado, helado con esferas de mayor aceptación (Baileys) y con menor aceptación (mango con chamoy).

En base a la primera evaluación sensorial de esferas con helado, se realizó una segunda encuesta (véase pág. 62 fig. 10) para comparar los sabores con mayor preferencia (Baileys y fresa), nuevamente se realizó a 16 jueces semientrenados y se pidió indicar su sabor preferido, en la tabla 22 se muestra la preferencia y si el juez identificó el sabor.

Tabla 22 Sabor preferido e identificación del sabor Baileys y fresa.

Sabor	Muestra favorita	Identificó sabor	No identificaron
Baileys	9	9	7
Fresa	7	13	3

En la figura 32 se encuentra la representación de los atributos: sabor, aroma, cremosidad y color para el helado con esferas. Se observa que, para el atributo de aroma, Baileys tiene mayor ventaja, porque Baileys tiene en su composición un porcentaje de alcohol por lo tanto tiene sustancias volátiles que se desprenden con mayor facilidad que las de fresa, en cremosidad también tomó ventaja Baileys por ser de crema de whisky y contener una cierta parte de grasa en su formulación, lo que aumenta la cremosidad en la esfera y la respuesta fue favorable para ese atributo. Para el color, Baileys perdió frente a fresa, porque no hay un contraste notorio en la base de helado, por lo que se recomienda teñir o usar un colorante para las esferas de Baileys para una mejor aceptación en este atributo. Por último el atributo sabor, Baileys sobresalió ya que es un sabor especial y poco común para el paladar.

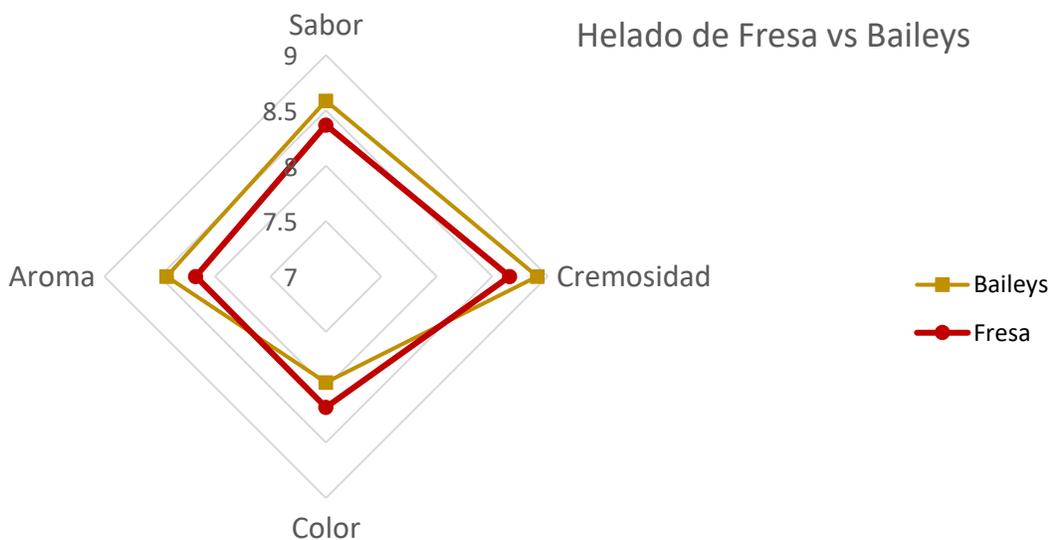


Figura 32 Comparación de atributos de helado con esferas sabor Baileys vs. fresa.

En la figura 33 se muestra la representación de los atributos solo para las esferas. Las esferas de mayor agrado en sabor y color fueron fresa, siendo pulpa natural, reforzada con saborizante de fresa, sucralosa y colorante artificial. En textura, tamaño y dureza las esferas de Baileys tuvieron preferencia, ya que su manejo es más noble en el procedimiento de la esferificación porque tiene un bajo contenido de sólidos suspendidos y baja viscosidad. De acuerdo al estudio que hizo Gertosio en el 2015 la bebida Baileys tiene 41.25°Brix y una densidad de 1.15 g/ml y la pulpa por definición de la NOM-173-SCFI-2009 es la masa carnosa y a menudo jugosa de la fruta (sólidos insolubles); por lo tanto, dificultaba la formación de las esferas sabor fresa.

La cubierta y el relleno son más suaves y se mantiene la cremosidad interna al morderlo. Para la dureza en las esferas de Baileys, los panelistas percibieron que explotaban al momento de morderlas y sentían la explosión de sabor, y en las esferas de fresa no fue así debido a que tiene muchos sólidos en su composición y su centro no es totalmente líquido. En el tamaño de las esferas de Baileys resultaron más grandes, esto porque al momento de realizarlas se formaron un poco más grandes a las de fresa por motivo de la viscosidad al salir de la jeringa.

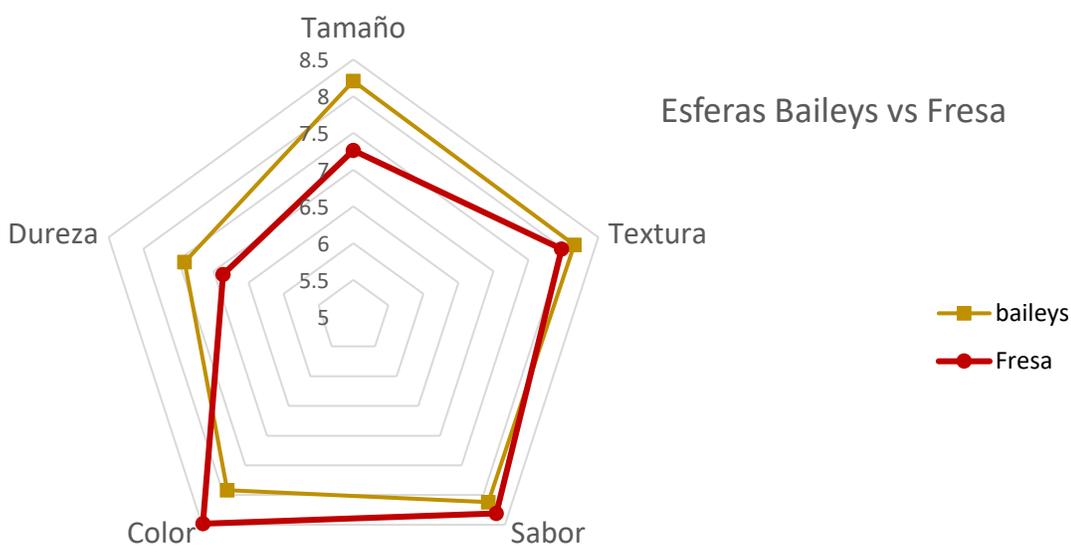


Figura 33 Comparación en los atributos de las esferas sabor Baileys vs fresa.

Para finalizar este objetivo, se realizó una última evaluación sensorial, comparando la base de helado elaborada en el laboratorio contra un helado comercial de similares características

(sabor, consistencia, cremosidad) marca Häagen Dazs sabor vainilla, ambos helados se evaluaron junto con las esferas seleccionadas anteriormente (sabor Baileys) en una relación proporcional 100:20 (100% helado - 20% esferas). Los resultados se muestran a continuación.

En la figura 34 se encuentra el gráfico radial comparando los atributos evaluados por 100 consumidores, donde la base de helado elaborada sobresale notablemente en cremosidad, y a la par en todas las características evaluadas.

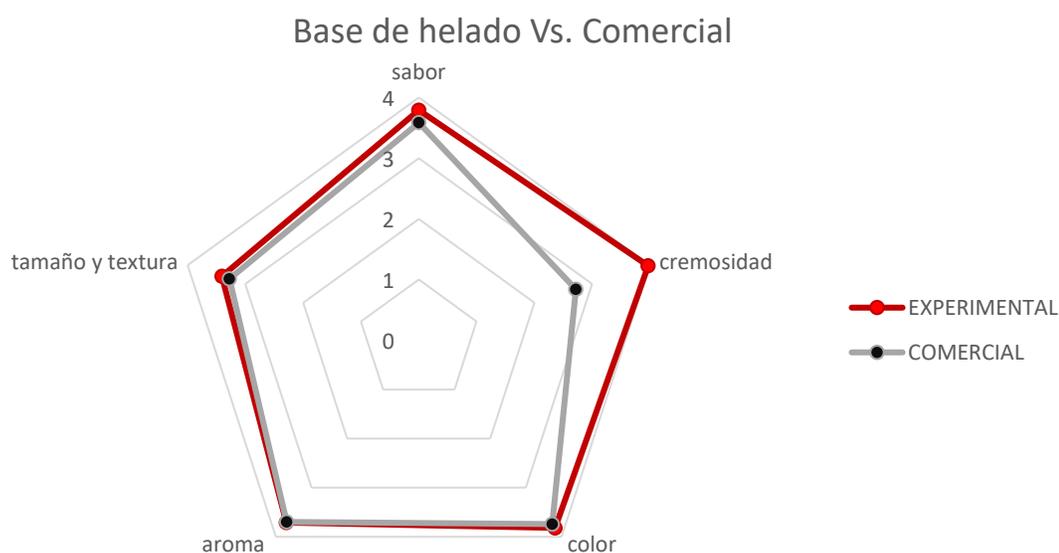


Figura 34. Comparación de atributos del producto elaborado, helado con esferas sabor Baileys vs helado comercial con esferas elaboradas sabor Baileys.

Se realizó un análisis de varianza ANOVA y por el método de tukey se compararon las medias para establecer si hay diferencias significativas entre el helado elaborado y el comercial; los análisis estadísticos tienen un nivel de confianza del 95%. En la tabla 23 se muestran las medias por atributo y con una letra minúscula se indica si hubo o no diferencias significativas, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 23 Comparación de medias por atributo de helado experimental y comercial indicando diferencias significativas.

ATRIBUTO	EXPERIMENTAL	COMERCIAL
Sabor	3.792a	3.585a
Cremosidad	3.972a	2.720b
Color	3.818a	3.741a
Aroma	3.71a	3.70a
Tamaño y textura de esferas	3.407a	3.276a

Para el atributo cremosidad la base de helado elaborada experimentalmente obtuvo una calificación favorable de parte de los 100 consumidores, dando la ventaja, estadísticamente se confirmó que hay diferencia significativa entre estos dos helados, siendo que la formulación no contiene una elevada cantidad de grasa como el helado comercial, confirmando que la inulina tiene beneficios tecnológicos y su aplicación, permitió obtener un producto con una estructura suave, cremosa y estable, parecida a las grasas manteniendo una textura similar a las mismas de acuerdo a Barrionuevo, 2011.

Se realizó la medición de las esferas elaboradas ya que al inicio en la primera evaluación sensorial los jueces semi entrenados como observación mencionaron que las esferas estuvieran más grandes. En la figura 35 se muestra que la esfera mide 7 mm aproximadamente.

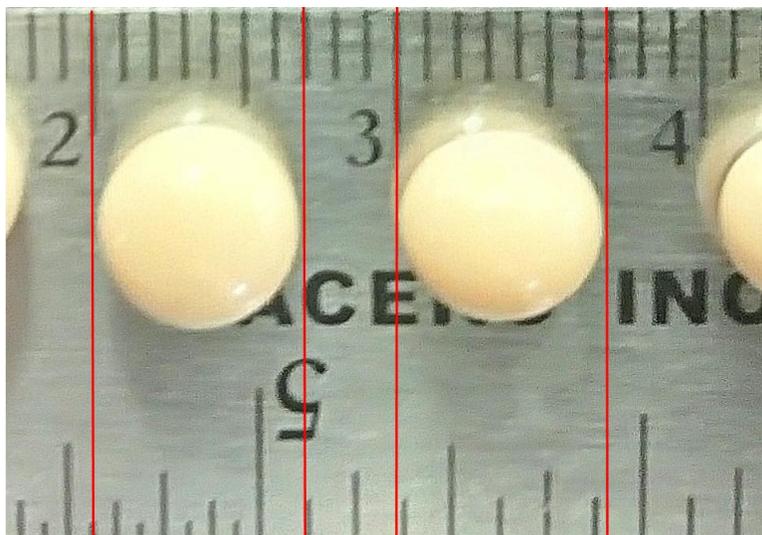


Figura 35 Tamaño de esferas sabor Baileys.

#### Objetivo particular 4

Se determinó la calidad microbiológica al producto terminado: base de helado con esferas sabor Baileys. Los resultados obtenidos para cada microorganismo se presentan en la Tabla 24.

Tabla 24. Calidad microbiológica del producto terminado.

Microorganismo	Resultados	Límite Máximo NOM-243-SSA1-2010	Figura
Coliformes totales	Ausente	<100 UFC/g o mL	36
<i>Escherichia coli</i>	Ausente		37
Mesófilos aerobios	300 UFC/mL	200,000 UFC/g o mL	38
<i>Salmonella spp.</i>	Ausente	Ausente en 25g o mL	39



Figura 36 Agar rojo bilis y rojo violeta para coliformes totales.



Figura 37 Muestra en tubos con caldo lauril sulfato. Ausencia de gas o crecimiento microbiano.

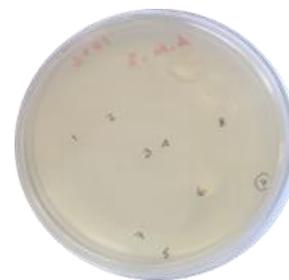


Figura 38 Agar para cuenta estándar (mesófilos aerobios)

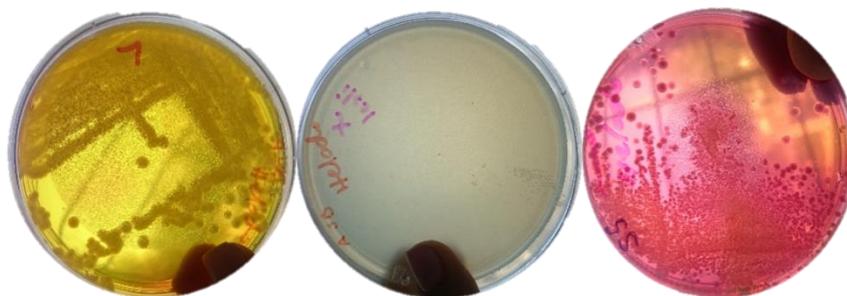


Figura 39 Agar verde brillante, Agar sulfito de bismuto, agar *Salmonella Shigella* (SS)

Los resultados microbiológicos son aceptables y cumplen de forma adecuada con los requerimientos de la normatividad, obteniendo dentro del límite permitido y ausencia de microorganismos patógenos.

## Objetivo particular 5

Los resultados del análisis químico proximal se muestran en la tabla 25. Se compararon los resultados de las propiedades químicas de helados desarrollados del mismo tipo en artículos (Barrionuevo 2011 en Argentina “Formulación de un helado dietético sabor arándano con características prebióticas” y Villalva 2017 en Argentina “Formulación de un helado de melocotón como alimento simbiótico potencial”) y de un helado comercial con las mismas características del helado desarrollado (cremosidad, sabor, textura) marca Häagen Dazs.

Tabla 25 Resultados de análisis químico proximal. Helado experimental contra helado comercial, dietético y melocotón.

PROPIEDAD	RESULTADOS			
	Experimental	Helado dietético arándano <sup>A</sup>	Helado de melocotón <sup>B</sup>	Helado comercial*
Humedad	66.9±0.06	68.13±0.41	76.47±0.53	58
Carbohidratos	11.05±0.03	23.02±0.00	16.24	18.8
Fibra dietética	2.35±0.08	12.51±0.84	9.87	0
Proteína	4.1±0.08	8.4±0.07	7.14±0.14	4.2
Grasa total	11.6±0.05	-	0.15±0.03	18.97
Cenizas	1.4±0.06	0.45	1.22±0.06	0.03
Total	97.4	100	101.2	100

<sup>A</sup> Barrionuevo, MR, Carrasco, JMN, Cravero, BAP, & Ramón, AN. (2011). Formulación de un helado dietético sabor arándano con características prebióticas. *Diaeta*, 29(134), 23-28.

<sup>B</sup> VILLALVA, Fernando Josué, CRAVERO bruneri, Andrea Paula, VINDEROLA, Gabriel, Goncalvez de Oliveira, Enzo, PAZ, Noelia Fernanda, y Ramón, Adriana Noemí. (2017). Formulación de un helado de melocotón como potencial alimento simbiótico. *Ciencia y Tecnología de Alimentos (Campinas)*, Epub 23 de febrero de 2017.

\*Promedio de la información nutrimental en la etiqueta y reporte de Profeco 2014

Los valores totales de grasa fueron más altos que los obtenidos por Barrionuevo 2011 (0g) y Villalva 2017 (0.15g), sin embargo, el objetivo general plantea que el helado sea reducido en grasa por lo cual la **NOM-086-SSA1-1994** cita como un producto reducido en grasa, aquel cuyo contenido de grasa es al menos un 25% menor en relación al contenido de grasa del alimento original o de su similar. Se seleccionó el helado comercial marca Häagen Dazs sabor vainilla, según estudios realizados por la PROFECO en el año 2014, publicó que este es el helado más grasoso, y el más caro en el mercado. Es un helado súper premium (ver tabla 2, pág. 10) no contiene grasa vegetal y su contenido de aire es del 15%. Para la reducción de grasa se tomó como referencia el helado comercial marca Häagen Dazs; si el porcentaje de grasa del helado comercial es de 18.97%, la reducción mínima para que cumpla como un

producto reducido en grasa debe ser: 14.22%, con los resultados obtenidos en el análisis químico proximal se puede afirmar que se llegó a una reducción del 38.86%.

En la figura 40 se muestra gráficamente la comparación en porcentaje de grasa de los 4 helados anteriormente mencionados.

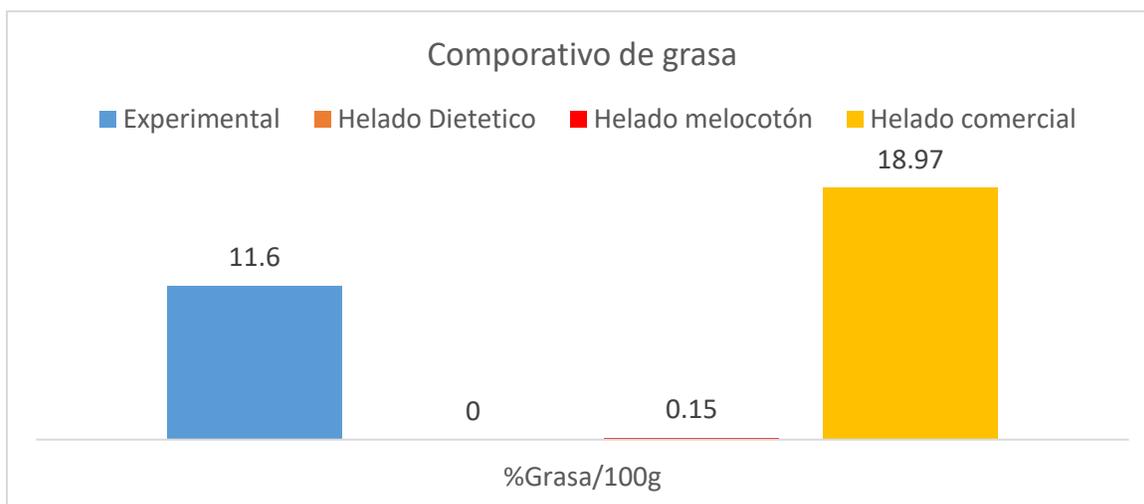


Figura 40 Comparación de grasa.

Los valores obtenidos en los carbohidratos totales en el helado desarrollado experimentalmente, son los más bajos comparándolos con los demás en la figura 41 se muestra el comparativo.

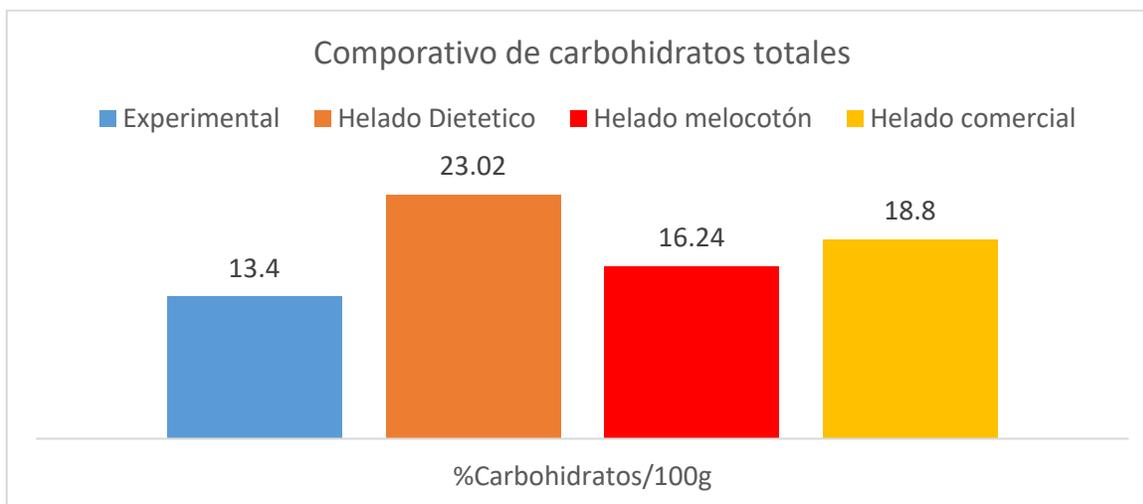


Figura 41 Comparación de carbohidratos.

Se realizó el cálculo teórico de las calorías que aporta una porción de 100 g del helado desarrollado, el cual es de 165 kcal/100g realizando una comparación con los 2 helados desarrollados en otros países, y con el helado comercial marca Häagen Dazs ocupa el 3 lugar se puede observar en la figura 42, tomando este último como referencia, el helado experimental presentó una reducción del 37.3% en el contenido calórico.

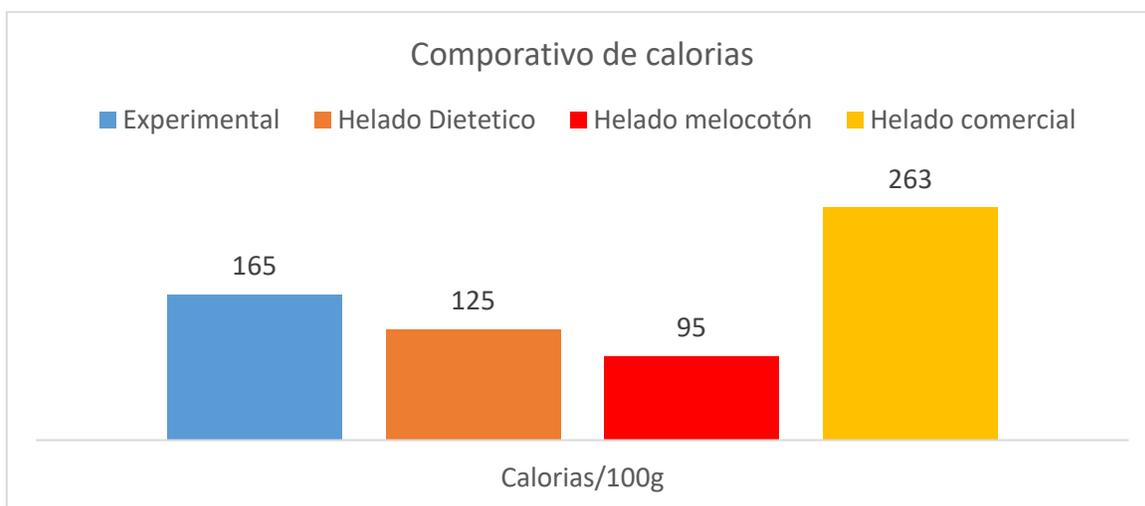


Figura 42 Comparación de calorías.

Para la determinación de acidez y pH se obtuvo un % de ácido láctico de 0.50 g/100ml y un pH de 6.1 los resultados se encuentran en la tabla 26. El pH esta entre el rango especificado por Madrid 2003 donde afirma que el pH del helado fluctúa entre 6 y 7. El pH que reportó Villalva, 2017 en su helado de melocotón es de 6.3 y Andrade, 2015 desarrolló un helado de nopal deslactosado con un pH de 6.08.

Tabla 26 Resultados de %Acidez y pH.

Muestra	%Acidez	pH
Helado experimental desarrollado	0.50	6.1
Helado comercial*	0.42	6.3
Helado melocotón <sup>A</sup>	NR	6.3
Helado de nopal deslactosado <sup>B</sup>	0.52	6.08

<sup>A</sup> Villalva 2017. <sup>B</sup> Andrade 2015 \*Häagen Dazs sabor vainilla

NR=No reportado

Overrun.

El overrun máximo que se alcanzó para la mezcla fue del 40%, pero se necesitaba contar con las mismas características que el helado comercial, así que el proceso se estandarizó para que tuviera aproximadamente el 15% de aire, como el helado de la marca Häagen Dazs, en la figura 43 se muestra la tendencia de la incorporación del aire al transcurrir el tiempo.

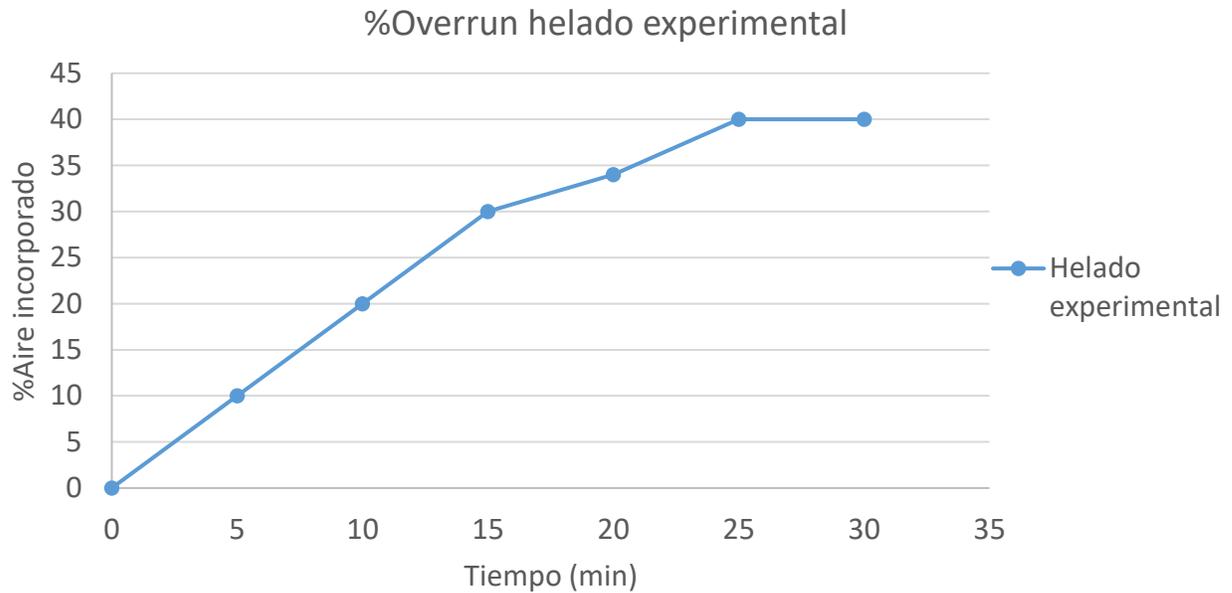


Figura 43. Porcentaje de aire incorporado en helado experimental.

## COSTOS

El tema de los costos, es algo muy importante cuando se desarrolla un nuevo producto, ya que el precio influye en las ganancias para la empresa, así como en la probabilidad de éxito para el producto. En la tabla 27 se muestran los costos de los ingredientes utilizados para la elaboración de la base de helado reducida en grasa con el sabor en esferas (Baileys), así como los costos de las tres formulaciones que se evaluaron sensorialmente, es importante resaltar que la formulación 16 fue la que obtuvo los mejores resultados en la evaluación sensorial de los helados, resultó que el precio por un litro de helado (870g) es de \$65.4 pesos mexicanos (MXN).

Tabla 27 Costos de ingredientes y costos por formulación en pesos mexicanos.

Ingredientes	Costo por kg ingrediente (MXN)	Costo por 1 litro (870g) de producto terminado (MXN)		
		F1	F10	F16
<b>Baileys</b>	360	31.3	31.3	31.3
<b>Crema</b>	56.1	15.0	14.9	14.9
<b>Agua</b>	0.5	0.2	0.2	0.2
<b>Leche en polvo</b>	104.5	13.1	13.1	13.1
<b>Vainilla</b>	43.6	0.7	0.7	0.7
<b>Splenda</b>	750	10.9	0.0	0.0
<b>Almidón</b>	40	0.9	0.5	0.5
<b>Inulina</b>	120.98	2.6	2.6	2.6
<b>Sucralosa</b>	930.65	0.0	0.2	0.2
<b>Kappa</b>	186	0.0	0.0	0.1
<b>Lambda</b>	186	0.0	0.0	0.1
<b>Guar</b>	42.81	0.0	0.0	0.0
<b>CMC</b>	93	0.0	0.0	0.0
<b>Maltodextrina</b>	12	0.2	0.5	0.5
<b>Alginato de sodio</b>	93	0.2	0.2	0.2
<b>Lactato de calcio</b>	218	0.9	0.9	0.9
<b>Agua esferas</b>	0.5	0.1	0.1	0.1
<b>Total</b>	3237.64	76.1	65.2	65.4

En la tabla 28 se muestran los servicios que se utilizan para elaborar 100 litros de helado. El costo de servicios y mano de obra aproximadamente es de \$3.80 pesos por cada litro producido, este valor calculado se suma al costo de la formulación 16 para obtener el precio total de producto terminado.

Tabla 28 Costos de servicios. Costo por producción de 100L de helado experimental.

SERVICIO	DESCRIPCIÓN	COSTO	
		General	Producción (100L)
Mano de obra	Jornada de 8 h	80	160
Agua	Por m <sup>3</sup>	8	5
Electricidad	kW/ h	0.79	5.15
Gas	Precio por kg	13.19	10.0
Envase	1 L	2.0	200
<b>Total</b>			<b>380</b>

El costo total por el producto terminado es de \$69.2 por litro (870g), este costo, indica que el producto desarrollado en el laboratorio puede ser competitivo, contra productos de calidad súper premium (Hagen Dazz, Ben & Jerry's y Santa Clara), al costo encontrado haría falta adicionar el costo del almacén, transporte, costos administrativos y ganancia, la cual se calculará peso por peso, el costo final del helado se encontraría en alrededor de \$28.00 por 100ml, este precio se encuentra dentro del rango de precios que se maneja en los supermercados para productos con características similares (véase tabla 17, pág. 62).

## CONCLUSIONES

---

De acuerdo a los resultados obtenidos durante el desarrollo de este estudio se observa:

- Se cumplió el objetivo particular 1, ya que de acuerdo a las respuestas y observaciones que realizaron los encuestados se obtuvo un producto con las características y especificaciones (suavidad, cremosidad) que desea el consumidor en un helado, y aparte cuenta con el beneficio, de ser reducido en grasa.
- Los consumidores conscientes de sus necesidades buscan en el mercado productos que contribuyan a su salud y bienestar es por esto que el helado realizado es un alimento funcional, con características prebióticas por el agregado de inulina en su composición (2.5%)
- Se logró realizar un producto base de helado reducido en grasa en comparación con el helado comercial, esta reducción de grasa fue de un 38.9% de acuerdo con la NOM-086-SSA1-1994 se cumplió con el mínimo porcentaje para considerarse reducido.
- Se logró la realización de esferas sabor Baileys con las especificaciones y características que desearon los consumidores mediante las evaluaciones sensoriales que se realizaron.
- El producto realizado cumple con las especificaciones de calidad higiénica que marca la NOM 243 por lo que se considera que es apto para su consumo humano e indica que se trabajó con las buenas prácticas de manufactura.
- Se realizó el análisis químico proximal y fisicoquímicos obteniendo resultados favorables para el helado realizado experimentalmente en comparación con el helado comercial, igualando la cantidad de aire en el producto. Y disminuyendo grasa, carbohidratos por consecuencia las calorías disminuyeron 37.3%
- Este producto realizado es una alternativa para los amantes de los helados con características súper premium, y aquellos consumidores que tengan una ECNT o solo realicen una dieta estricta en el régimen calórico- graso. Este producto innovador contribuye a las estrategias de alimentación saludable incorporando inulina a la dieta habitual de estas personas.

## RECOMENDACIONES

---

Se recomienda que, para disminuir el costo total del producto, se elabore una bebida alcohólica tipo crema de whisky, porque como está en la tabla 25 pág. 92 el ingrediente más costoso es el sabor Baileys con un 47.9% del total, al disminuir este costo, el precio del producto final se reduciría, y el producto tendría un mayor potencial de éxito al disminuir su costo.

Fomentar el consumo de alimentos reducidos en grasa, calorías, no es suficiente sino se cuenta con una dieta equilibrada y saludable, se recomienda que los consumidores hagan uso de las porciones al día recomendadas.

Se recomienda que para estudios posteriores se haga una caracterización de las esferas y se realice una vida de anaquel para obtener la fecha aproximada en la cual no se alteran sus propiedades físicas y sensoriales, así como la elaboración de una mayor gama de sabores.

## REFERENCIAS

---

- Aguilar, A (2004) ¿Dulce alternativa? Edulcorantes Artificiales. *Revista del Consumidor*, Abril 2004, 58-61.
- Akalm AS, Karagozlu C, Unal G (2008) Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *Eur Food Res Technol* 227:889–895
- Alais Charles, Lacasa Antonio Godina 1985 “*Ciencia de la leche*” Reverte.
- Andrade Gallardo V. (2015) Tesis: Desarrollo de un helado deslactosado de nopal. FES Cuautitlán. Carrera Ingeniería en alimentos. UNAM .
- Araneda, C. y F. Valenzuela. 2009. Microencapsulación de extractantes: una metodología alternativa de extracción de metales. *Revista Ciencia Ahora* 22(11): 9-19.
- Araya L, Héctor, & Lutz R, Mariane. (2003). ALIMENTOS FUNCIONALES Y SALUDABLES. *Revista chilena de nutrición*, 30(1), 8-14. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182003000100001>
- ASHRAE (2002) Refrigeration Handbook (SI) Cap 8 Thermal Properties Foods, pág. 8.6.
- Astiasarán, I., Laceras, B., Ariño, A., y Martínez, J. (2003) Alimentos y nutrición en la práctica sanitaria. Madrid. Ediciones Díaz de Santos
- Avendaño-Romero G, López-Malo A, Paolu E. (2013) Propiedades del alginato y aplicaciones en alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 2013; 7(1): 87-96.
- Barrionuevo, MR, Carrasco, JMN, Cravero, BAP, & Ramón, AN. (2011). Formulación de un helado dietético sabor arándano con características prebióticas. *Diaeta*, 29(134), 23-28. Recuperado en 15 de abril de 2017, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-73372011000100004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372011000100004&lng=es&tlng=es).

- Bouwmeester, H., S. Dekkers, M. Noordam, W. Hagens, A. Bulder, S. Voorde, S. Wijnhoven and H. Marvin. 2009. Review of health safety aspects of nanotechnologies in food production. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 53(1): 52–62.
- Calvo, S., Gómez, C., López, C., Royo, M. (2011). *Nutrición, Salud y Alimentos Funcionales*, Madrid, UNED.
- CANILEC (2011) *El libro blanco de la leche y los productos lácteos*” Primera edición Volumen 1
- Clarke, C. (2005). *The science of ice cream* (1st ed.). Cambridge, UK: RSC Pub.
- Chandan R.C. (2006). “*Manufacturing Yogurt and fermented milk*”. Editorial Blackwell Publishing
- Codex Alimentarius (2011). “*Leche y Productos Lácteos*”. OMS, FAO. 2ª.
- Draget, K.I. 2000. Alginates. In *Handbook of hydrocolloids*. (pp. 379-395). Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited - Boca Raton, FL, USA: CRC Press LLC.
- Favaro, C., A. Santana, E. Monterrey, M. Trindade and F. Netto. 2010. The use of spray drying technology to reduce bitter taste of casein hydrolysate. *Food Hydrocolloids* 24(4): 336-340.
- Fennema, O. R. (2000). “*Química de los alimentos*”. Editorial Acribia, 2ª Ed. Zaragoza España.
- FDA 21CFR135.110 FROZEN DESSERTS
- Fuchs, M., C. Turchiuli, M. Bohin, M. Cuvelier, C. Ordonnaud, M. Peyrat and E. Dumoulin. 2006. Encapsulation of oil in powder using spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering* 75(1): 27-35.
- Funami, Takahiro; Fang, Yapeng; Noda, Sakie; Ishihara, Sayaca; Nakauma, Makoto; Draget Kurt I. Nishinari, Katsuyoshi and Phillips, Glyn O. 2009. Rheological properties of sodium alginate in an aqueous system during gelation in relation to supermolecular structures and Ca<sup>2+</sup> binding. *Food Hydrocolloids*. 23(7):1746-1756.
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT (2007) *Alimentos funcionales*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología Gobierno de España.

- Gertosio C. (2015) Elaboracion de una bebida alcohólica tipo crema de whisky mediante utilización de suero de leche. *La Alimentación Latinoamericana* N° 315 pág 36-43
- Gil, A., Maldonado Lozano, J., & Martínez de Victoria Muñoz, E. (2010). *Tratado de nutrición* (1st ed.). Madrid: Médica Panamericana pág. 276.
- Goff, H., & Hartel, R. (2013). *Ice Cream* (1st ed.). Boston, MA: Springer US.
- Liou BK, Grün IU (2007) Effect of fat level on the perception of five flavor chemicals in ice cream with or without fat mimetics by using a descriptive test. *J Food Sci* 72:S595–S604
- Guggisberg, D., J.Cuthbert-Steven, & Piccinali, P. (2009). Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk yogurt as influenced by inulin addition. *International Dairy Journal* , p107-115.
- Helgerud, Trond; Gåserød, Olav; Fjæreide, Therese; Andersen, Peder O. and Larsen, Christian K. 2010. Alginates. In *Food stabilizers, thickeners and gelling agents*. (pp. 50-72). United Kingdom: Wiley-Blackwell.
- Hunter, B. T. (2003). Inulin a Beneficial Carbohydrate. *Consumers Research Magazine*.
- Huppertz T, Smiddy MA, Goff HD, Kelly AL (2011) Effect of high pressure treatment of mix on ice cream manufacture. *Int Dairy J* 21:718–726
- ILSI. *Functional foods-Scientific and Global Perspectives.*, 2002. ILSI Europe Series, Summary of a Symposium held in October 2001. International Life Sciences Institute Press, Washington DC. 7-10
- Jakubczyk E., Kosikowska M., Zastosowanie bakterii probiotycznych w przetwórstwie mleczarskim. *Przegl. Mlecz.*, 2000, 10, 334-337.
- Josep, M. L., & Shelly, R. d. (2004). *Tecnologia de Productos Lacteos*. En M. L. Josep, & R. d. Shelly, *Tecnologia de Productos Lacteos* Barcelona, España: Ediciones UPC. Pág. 115
- Juri-Morales G; Ramirez-Navas J. S. (2015) El helado desde la antigüedad hasta nuestros días. *Heladería Panadería Latinoamericana* N° 233: pp 60-68.
- Kwak, H., M. Ihm and J. Ahn. 2001. Microencapsulation of  $\beta$ -galactosidasa with fatty acid esters. *Journal Dairy Science* 84: 1576-1582.

- Leal, M. (2016) Estudio panorámico de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva: alimentos funcionales 1 ed . - Buenos Aires : Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Pág. 27
- Lim S-Y, Swanson BG, Ross CF, Clark S (2008) High hydrostatic pressure modification of whey protein concentrate for improved body and texture of lowfat ice cream. *J Dairy Sci* 91:1308–1316
- Lokuwan, J. 2007. Characteristics of microencapsulated  $\beta$ -carotene formed by spray drying with modified tapioca starch, native tapioca starch and maltodextrina. *Food Hydrocolloids* 21: 928-935.
- Lupo Pasin B, González Azón C, Maestro Garriga A. (2012) “Microencapsulación con alginato en alimentos. Técnicas y aplicaciones” *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. pp 130-151. Enero-Junio, 2012
- Madene, A., J. Scher, and S. Desobry. 2006. Flavour encapsulation and controlled release - a review. *International Journal of Food Science and Technology* 4(1):1-21, 2006.
- MADRID, V. 2003. *Helados: Elaboración, análisis y control de calidad*. 4 ed. Madrid, España: AMV,. 380 p.
- Madrigal, L; Sangronis E. (2007). La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición Volumen 57, No. 4, Año 2007*.
- Mahaut, M., R. Jeantet, P. Schuck y G. Brulé. 2004. *Productos lácteos industriales*. Zaragoza, España, Editorial Acribia. 177 p.
- Martínez A, Olga L, Román M, María O, Gutiérrez E, Ester L, Medina M, Gilma B, Cadavid C, Margarita, & Flórez A, Óscar A. (2008). Desarrollo y evaluación de un postre lácteo con fibra de naranja. *Vitae*, 15(2), 219-225.
- McMaster, L., S. Kokott and P. Mazutti. 2005. Micro-encapsulation of *Bifidobacterium lactis* for incorporation into soft foods. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 21(5): 723–728.
- Michue Mango, Jorge Efraín; Encina Zelada, Christian René; Ludeña Urquizo, Fanny Emma; (2015). Optimización del overrun (aireado), de la dureza, la viscosidad y los

costos de un helado mediante el diseño de mezclas. *Ingeniería Industrial*, Enero-Diciembre, 229-250.

- M.O. Ramirez-Sucre y J.F. Vélez-Ruiz. 2009. Efecto de la incorporación de estabilizantes en la viscosidad de bebidas lácteas no fermentadas. *Temas selectos de ingeniería de alimentos 3-2* (2009): 4-13
- Montes, E., C. De Paula y F. Ortega. 2007. Determinación de las condiciones óptimas de encapsulamiento por co-cristalización de jugo de maracuya (*Passiflora edulis*). *Revista Temas Agrarios 12*: 5-12.
- Morkhade, D. and S. Joshi. 2007. Evaluation of gum damar as a novel microencapsulating material for ibuprofen and diltiazem hydrochloride. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences 69*(2):263-268.
- Murúa, B., C. Beristain and Martínez. F. 2009. Preparation of starch derivatives using reactive extrusion and evaluation of modified starches as shell materials for encapsulation of flavoring agents by spray drying. *Journal of Food Engineering 91*(3): 380–386.
- Nazzaro, F., F. Fratianni, R. Coppola, A. Sada and P. Orlando. 2009. Fermentative ability of alginate-prebiotic encapsulated *Lactobacillus acidophilus* and survival under simulated gastrointestinal conditions. *Journal of Functional Foods 1*(3): 319-323.
- NOM-015-SSA2-2010 **NORMA Oficial Mexicana**, “Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus”.
- NOM-086-SSA1-1994 **Norma Oficial Mexicana**. “Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales”.
- NOM-155-SCFI-2003 **Norma Oficial Mexicana**, "Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial Y Métodos de Prueba".
- NOM-173-SCFI-2009 **Norma Oficial Mexicana**, “Jugos de frutas preenvasados-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba”.

- NOM-243-SSA1-2010 **Norma Oficial Mexicana**. “Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba”.
- NMX-F-714-COFOCALEC-2012 Sistema Producto Leche – Alimentos – Helados y nieves o sorbetes – Denominaciones, especificaciones y métodos de prueba.
- Olagnero G, Abad A, Bendersky S, Genevois C, Granzella L, Montonati M. (2007) “Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos” DIAETA (B.Aires) • Vol. 25 • N° 121
- Parra Huertas, Ricardo Adolfo. (2010). REVISIÓN: MICROENCAPSULACIÓN DE ALIMENTOS. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 63(2), 5669-5684.
- Prestidge, C. and S. Simovic. 2006. Nanoparticle encapsulation of emulsion droplets. *International Journal of Pharmaceutical* 324(1):92-100.
- PROFECO (2014) “Postre y nutrición multicolor”. *Revista del Consumidor, Junio 2014*, 54-68.
- Reglero G. 2011 Los alimentos funcionales, un tesoro cuestionado. Encuentros multidisciplinares Vol. 13, N° 37, págs. 36-43
- Relkin P, Sourdet S, Smith AK, Goff HD, Cuvelier G (2006) Effects of whey protein aggregation on fat globule microstructure in whipped frozen emulsions. *Food Hydrocoll* 20:1050–1056
- Reyes C. A. (2013) “Proyecto: Centro de Promoción de la Salud del Norte de Mexico” El colegio de Sonora.
- Rivera, R.V., y Simón, E. (2008). “*Bases de la Alimentación Humana*”. España: Ed. Netbiblio.
- Sáenz, C., S. Tapia, J. Chávez and P. Robert. 2009. Microencapsulation by spray drying of bioactive compounds from cactus pear (*Opuntia ficus-indica*). *Food Chemistry* 114(2): 616–622.
- Schmidt K, Lundy A, Reynolds J, Yee LN (1993) Carbohydrate or protein based fat mimicker effects on ice milk properties. *J Food Sci* 58(761–763):779

- Sourdet S, Relkin P, Fosseux P-Y, Aubry V (2002) Composition of fat protein layer in complex food emulsions at various weight ratios of casein-to-whey proteins. *Lait* 80:567–580
- Sozer, N and J. Kokini. 2009. Nanotechnology and its applications in the food sector. *Trends in Biotechnology* 27(2):82-89.
- VILLALVA, Fernando Josué, CRAVERO bruneri, Andrea Paula, VINDEROLA, Gabriel, Goncalvez de Oliveira, Enzo, PAZ, Noelia Fernanda, y Ramón, Adriana Noemí. (2017). Formulación de un helado de melocotón como potencial alimento simbiótico. *Ciencia y Tecnología de Alimentos (Campinas)* , Epub 23 de febrero de 2017. <https://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.19716>
- Villena, M., Morales, H., Lara, G. y R. Martínez. 2009. Técnicas de microencapsulación: una propuesta para microencapsular probióticos. *Ars Pharmaceutica* 50(1): 43-50.
- Yañez, J., J. Salazar, L. Chaires, J. Jimenez, M. Marquez y E. Ramos. 2002. Aplicaciones biotecnológicas de la microencapsulación. *Revista Avance y Perspectiva* 21: 313-319.

Ecured.cu. (2017). *Esferificación - EcuRed*. [online] Available at: <https://www.ecured.cu/Esferificaci%C3%B3n> [Accessed 29 Jan. 2017].

Sosa ingredients. (2017). *Texturizantes y nuevas tecnologías de los sabores*. [online] Available at: [http://www.sosa.cat/catalogues/TEXTURIZANTES\\_NUEVAS\\_TECNOLOGIAS\\_SABORES.pdf](http://www.sosa.cat/catalogues/TEXTURIZANTES_NUEVAS_TECNOLOGIAS_SABORES.pdf) [Accessed 30 Jan. 2017].

Food Info (2017) *E327: Lactato de calcio*. [online] Available at: “Lactato de calcio E327” <http://www.food-info.net/es/e/e327.htm> [Accessed 30 Jan. 2017].