



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL
DESARROLLO DE UN HELADO REDUCIDO EN
CALORIAS.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERA EN ALIMENTOS
P R E S E N T A :
LAURA ADRIANA REBOLLO ALONSO

ASESOR:
I.B.Q SATURNINO MAYA RAMÍREZ.



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.

AGRADECIMIENTOS

Gracias Señor por permitirme un logro más, por guiarme y estar presente en cada momento de mi vida.

A ti Papá por ser mi apoyo incondicional. Gracias por todos tus sacrificios, tu paciencia y tu fuerza para impulsarme a ser una mejor persona cada día y por enseñarme a luchar por mis metas. Te amo y siempre serás un gran hombre para mí.

A ti mamá por ser mi fortaleza y estar conmigo en cada paso que doy. Gracias por tu comprensión, tu apoyo, tu sacrificio, tu dedicación y sobre todo por guiarme eres la mejor Madre del mundo. Te amo.

A ambos les debo ser la persona que ahora soy.

A mi pequeña Ivana quién me impulsa a seguir adelante. Gracias por llegar a mi vida, eres la personita más importante para mí Te amo.

A ti Luis por ser mi modelo a seguir. Gracias por todas tus enseñanzas desde que era una niña, por ser mi compañero de juegos rudos, por cuidarme y apoyarme aun cuando no estuvieras de acuerdo conmigo. Te admiro muchísimo y Te amo.

A ti Ale por ser más que mi hermana. Gracias por todo lo que has hecho por mí, eres una persona increíble y sorprendente pues me has demostrado que eres muy fuerte, estoy orgullosa de ti. Te amo.

A ti Lupis mi pequeña hermana y confidente. Gracias por todo lo que hemos vivido juntas, eres única, una gran mujer y madre. Te amo y me siento orgullosa de ti.

A mis sobrinos Hannia, Diego, Ingrid, Manuel y Emiliano los amo muchísimo.

A mi familia (abuelos, tíos y primos) por estar conmigo gracias.

A ti por ser parte de mi vida, gracias por enseñarme a ser mejor cada día, por tu apoyo y tu comprensión, porque me hiciste crecer y ser feliz. Te amo.

A mis amigos Nancy, Martitha, Lulú, Liset, Héctor, Rosalba, Nacho, Indra y Javier gracias porque cada uno a apartado enseñanzas a mi vida.

Gracias Prof. Saturnino por apoyarme para terminar está etapa de mi vida.

Adriana.

1.1.7.5.2 Defectos en el cuerpo y textura del helado (hui et al., 2004, Soto, 2006).	45
1.1.7.5.3 Defectos en las características de calidad de fusión (Soto, 2006).	45
1.1.7.5.4 Defectos de color (Soto, 2006).	45
1.1.7.5.5 Perdida de volumen.	46
1.1.8 Legislación vigente en varios países.	46
1.2 Desarrollo de Nuevos Productos.	47
1.2.1 Definición.	47
1.2.2 Importancia del Desarrollo de Nuevos Productos.	47
1.2.3 Áreas principales involucradas en el Desarrollo de Nuevos Productos.	48
1.2.4 Principios básicos para el Desarrollo de un Nuevo Producto.	49
1.2.5 Modelos para el Desarrollo de Nuevos Productos elaborados por distintos autores.	50
1.2.6 Etapas del proceso de Desarrollo de Nuevos Productos.	52
1.2.6.1 Requisitos Previos:	52
1.2.6.2 Etapa de conceptualización.	53
1.2.6.3 Etapa de Ejecución.	54
1.2.6.4 Etapa de implementación.	57
CAPITULO II. METODOLOGIA	62
2.1 Cuadro metodológico.	62
2.2 Objetivo general y particulares.	63
CAPITULO III. DESARROLLO DEL PROYECTO	64
3.1 Desarrollo del Objetivo Particular 1	64
3.1.1 Revisión de normas aplicables al producto.	64
3.1.2 Selección del envase.	66
3.1.2.1 El envase en productos congelados (Coles, 2004).	66
3.1.2.2 Características a considerar para la selección del envase (Clarke, 2004, Coles, 2004).	67
3.1.2.3 Envases utilizados en helados.	69
3.1.2.4 Análisis comparativo de los envases.	70
3.1.2.5 Elección del envase.	70
3.1.3 Productos Comerciales en el Mercado.	71
3.1.4 Definición del concepto: Presentación, envase y atributos; químicos y sensoriales.	72
3.2 Desarrollo del Objetivo Particular 2.	73
3.2.1 Definición de la formulación base:	73

3.2.2 Selección de ingredientes y aditivos para las formulaciones.	74
3.2.2.1 Ingredientes: Características, funcionalidad en el helado y nivel de uso.	74
3.2.2.2 Ingredientes utilizados como sustitutos de la grasa y el azúcar.	79
3.2.2.3 Selección de aditivos a través de matrices alternativas considerando sus características, propiedades, funcionalidad, interacciones, nivel de uso y costo.	83
3.2.3 Formulaciones Propuestas.	93
3.2.4 Análisis de contenido energético, funcionalidad y costos de las formulaciones propuestas.	96
3.2.5 Determinación de la formulación con mayor factibilidad (costo-beneficio).	100
3.3 Desarrollo del Objetivo Particular 3	103
3.3.1 Especificaciones de Materias Primas.	103
3.3.1.1 Especificaciones de envases.	109
3.3.2 Procedimiento de elaboración del helado reducido en calorías.	110
3.3.3 Puntos críticos de control en el proceso de elaboración.	113
3.3.4 Evaluaciones del producto terminado propuesto	117
3.3.4.1 Evaluación Sensorial:	117
3.3.4.2 Evaluación Físicoquímica:	119
3.3.4.3 Evaluación Microbiológica.	120
3.3.5 Especificaciones de etiquetado del nuevo producto.	120
CAPITULO IV. CONCLUSIONES.	123
RECOMENDACIONES	125
REFERENCIAS	126
GLOSARIO.	132

INDICE DE FIGURAS.

	PAG.
CAPITULO 1.	
1.1 Estructura de un helado.	5
1.2 Composición de una mezcla líquida (a) y esa misma mezcla batida (b).	9
1.3 Curvas de fusión para helados con contenido de grasa 8,10 y 15 %.	11
1.4 Diagrama de elaboración de un helado.	24
1.5 Instalación de pasteurización y homogeneización.	26
1.6 Presentación esquemática de la estructura del helado a -5°C.	31
1.7 Distribución de tamaño de la burbuja de aire en helado después de la Congelación parcial, después de la congelación profunda y después sostener un abuso térmico.	35
1.8 Influencia de la temperatura sobre la nucleación y el crecimiento de los cristales de hielo.	37
1.9 Mecanismos del crecimiento de los cristales.	38
1.10 Distribución de tamaño del cristal de hielo en una muestra de helado Típico (con 7% de grasa) antes y después de un abuso térmico.	39
1.11 Curva característica del texturómetro.	42
1.12 El embudo del desarrollo de nuevos productos.	50
1.13 Método Meyer.	52
1.14 Un ejemplo práctico de proceso de Desarrollo de un Nuevo Producto.	59
CAPITULO 3.	
3.1 Envase de 1 litro de cartoncillo laminado con polietileno.	109
3.2 Diagrama de Proceso para la elaboración del helado reducido en calorías.	112
3.3 Diagrama de flujo del análisis de riesgo y control de puntos críticos en la línea de producción del helado reducido en calorías.	114

INDICE DE TABLAS.

	PAG.
CAPITULO 1.	
1.1 Análisis nutrimental de un helado.	7
1.2 Contenido en sales.	7
1.3 Vitaminas presentes en leche y un helado.	7
1.4 Formulación de un helado.	8
1.5 Composición de leche entera y descremada en porcentaje (%).	12
1.6 Composición media del suero de leche en polvo.	14
1.7 Poder edulcorante de diversos azúcares tomando como unidad el de La sacarosa.	15
1.8 Fracciones típicas del volumen de los componentes estructurales para diferentes tipos de helados en porcentaje (%).	32
1.9 Diferencias entre mercadotecnia, I + D y operaciones.	48
1.10 Etapas en el desarrollo de nuevos productos según diversos autores.	51
CAPITULO 3.	
3.1 El marco para el diseño y desarrollo del sistema de envasado.	67
3.2 Necesidades y preferencias del consumidor en lo relativo a los envases.	68
3.3 Ventajas y Desventajas de los materiales de los envases.	70
3.4 Formulación Base.	73
3.5 Formulaciones de dos marcas comerciales.	74
3.6 Composición de ácidos grasos de las grasas utilizadas helados en helados.	77
3.7 Porcentaje de ácidos grasos saturados e insaturados.	77
3.8 Valores del índice de sólidos grasos	77
3.9 Tabla comparativa de la grasa de coco y de palmiste.	78
3.10 Matriz alternativa para la selección del emulsificante.	84
3.11 Matriz alternativa para la selección del edulcorante	87
3.12 Matriz alternativa para la selección de los hidrocoloides.	90
3.13 Formulaciones Propuestas.	94
3.14 Contenido energético de las formulaciones propuestas.	96
3.15 Costo de las formulaciones propuestas.	97
3.16 Tabla general del valor calórico y costo por formulación.	97
3.17 Formulación propuesta con mayor factibilidad.	101
3.18 Formulación final Propuesta con reducción de costo.	102
3.19 Especificaciones de los ingredientes del helado reducido en calorías Sabor vainilla	104
3.20 Especificaciones de los aditivos del helado reducido en calorías Sabor vainilla	107
3.21 HACCP.	115
3.22 Especificaciones sensoriales del helado reducido en calorías.	119
3.23 Especificaciones fisicoquímicas del helado reducido en calorías.	119
3.24 Especificaciones microbiológicas del helado reducido en calorías.	120
3.25 Tabla de información nutrimental del helado reducido en calorías.	122

RESUMEN.

El proyecto que a continuación se presenta esta basado en una metodología para realizar el desarrollo de un nuevo producto, aplicada a un alimento específico (Helado reducido en calorías).

Se diseño un manual de procedimientos mediante el cual se consideran todas las etapas que deben plantearse durante el desarrollo de un nuevo producto, contemplando una secuencia lógica y estructurada para obtener el producto final.

El proyecto esta dividido en tres etapas:

En la primera etapa se consideran todos los aspectos teóricos necesarios que sustentan el desarrollado del producto. Con lo cual se conoce la viabilidad del producto a desarrollar, considerando la legislación establecida para el producto, las características de los productos comerciales existentes en el mercado que también dan la pauta para establecer las características del producto y la selección del envase para el producto terminado.

En la segunda etapa la cual se considera como la más importante y fuerte en el desarrollo del producto, se propone la formulación del helado reducido en calorías sabor vainilla mediante la disminución del contenido de grasa y la eliminación del azúcar en el producto.

Al inicio de esta etapa se considero la funcionalidad y el nivel de uso de los ingredientes y aditivos los cuales serian empleados en las formulaciones, seleccionando los más adecuados para la elaboración del helado reducido en calorías de acuerdo a la funcionalidad que cada uno de ellos presenta en el producto. En esta etapa se plantean los distintos sustitutos para la grasa y el azúcar que sirven para disminuir el contenido energético del helado.

Una vez establecidos los ingredientes se plantearon teóricamente distintas formulaciones, los ingredientes claves fueron los sustitutos de la grasa y el azúcar

por lo que fueron los que se manejaron como variables en las distintas formulaciones, los demás ingredientes se mantuvieron constantes. El edulcorante no nutritivo se estableció antes de formular mediante su selección previa.

Se plantearon 9 formulaciones en las cuales se incluyeron los distintos sustitutos, la maltodextrina, la polidextrosa, la inulina, el sorbitol y el concentrado proteico de suero de leche (CPSL).

A partir de las formulaciones se realizó un análisis de funcionalidad de ingredientes, del contenido energético y costos de cada una, para finalmente seleccionar la formulación que presento el mejor costo-beneficio.

Por último en la tercera etapa se realizó el diseño del manual de procedimientos para la manufactura del producto terminado en el cual se diseñaron todas las especificaciones necesarias para la elaboración del helado reducido en calorías sabor vainilla en planta (especificaciones de materias primas, producto terminado y de etiquetado del producto, el procedimiento de elaboración y los puntos críticos de control en el proceso de elaboración del helado reducido en calorías).

En las especificaciones se indican los parámetros sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos que deben de cumplir cada una de las materias primas (envase e ingredientes y aditivos) y el producto terminado.

En las especificaciones de etiquetado se indica la forma de declarar los ingredientes, el contenido neto del producto y la información nutrimental.

INTRODUCCIÓN.

El Ingeniero en Alimentos se encuentra inmerso en distintos campos laborales, uno de ellos es en el Departamento de Investigación y Desarrollo, el cual esta encargado de innovar nuevos productos, estandarizar los productos de línea o mejorar los productos existentes.

El desarrollo de nuevos productos es una herramienta clave en la industria alimentaría de hoy en día, pues la innovación es fundamental para que la empresa se mantenga en el mercado.

El proceso de desarrollo de nuevos productos alimentarios es una secuencia ordenada de subprocesos, que transforman las necesidades y expectativas de los consumidores en un producto final (Mac Swiney, 2006).

El desarrollo de Productos surge de tres necesidades interrelacionadas (Hidalgo, 2002):

1. La necesidad de satisfacer a los consumidores.
2. La necesidad de igualar, imitar o superar los Nuevos Productos o conceptos comercializados por los competidores.
3. La necesidad de progresar al mismo ritmo de los avances tecnológicos.

La introducción de nuevos productos es un factor que posee importancia económica y estratégica (Mac Swiney, 2006). En la actualidad se considera al desarrollo de nuevos productos como uno de los puntos clave de la operación de la empresa, pues es precisamente donde las mejoras pueden producir buenos resultados. El desarrollo de nuevos productos de una forma innovadora fue necesario después de constatar que los sucesivos intentos de reducir gastos generales o de mejorar la eficiencia de la producción de productos existentes tenían un potencial limitado (Morales, 1991).

El desarrollo de nuevos productos es un proceso gradual de reducción de incertidumbre a través de una serie de etapas de resolución de problemas que se desarrollan desde la fase de selección hasta la de lanzamiento al mercado.

En la actualidad el Ingeniero en Alimentos desarrolla nuevos productos, pero no existen las suficientes fuentes informativas (libros o artículos) para diseñar

una metodología para el desarrollo de un producto en el cual se establezcan las bases y los puntos claves para realizar el mismo.

El presente trabajo tiene el objetivo de proporcionar la información básica para el desarrollo de un producto mediante un manual de procedimientos, considerando todos los puntos importantes en lo que se denomina desarrollo técnico del producto. Este desarrollo se presenta por etapas, desde el inicio con la definición del concepto, el desarrollo de la formulación hasta la culminación del proyecto.

El cual sirva de guía para posteriores metodologías de desarrollo de un nuevo producto.

La industria de alimentos y bebidas enfrentan el desafío de elaborar productos que logren satisfacer la demanda de los consumidores con mejores sabores y más apetitosos, pero que también puedan contribuir a una dieta más equilibrada.

En la actualidad la tendencia de la gente es buscar su bienestar físico por lo que se han desarrollado productos que proporcionen y ofrezcan beneficios en el momento de su consumo.

Un grupo importante de consumidores busca mantener su peso por medio de una dieta en la cual los productos que aporten un nivel reducido o bajo en calorías son muy comunes.

Considerando que esta clase de productos esta entrando fuerte al mercado de los consumidores, se plantea el desarrollo de un helado reducido en calorías sabor vainilla.

La finalidad del proyecto no solo plantea la metodología para obtener el nuevo producto, sino además también da las bases para obtener una formulación que cumpla con los objetivos planteados, en este caso considerando clave la selección de sustitutos de ingredientes con los cuales se reduzca el contenido energético del producto.

CAPITULO I. GENERALIDADES.

1.1 HELADO

1.1.1 DEFINICIÓN.

La definición legal del helado varía de país en país: En México se define como helado al 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 alimentarios. Quedan comprendidos los siguientes: Helado de crema, Helado de leche, Sorbete, Helado de crema vegetal, Helado de grasa vegetal y Sorbete de grasa vegetal (NOM-036-SSA1-1993).

El helado es un producto muy complejo que constituye un sistema alimentario cuádrifásico (emulsión, gel, suspensión y espuma). Es una espuma parcialmente congelada que contiene entre un 40 y un 50% de aire en volumen. Las burbujas de aire son mantenidas en suspensión por la materia grasa emulsionada (los glóbulos de grasa están en un rango de $1\mu\text{m}$ a 0.1 mm) y por una red de cristales de hielo, estando todo ello disperso en una fase continua, que contiene los azúcares las proteínas de la leche y los hidrocoloides llamada comúnmente matriz (Figura 1.1). La textura que se percibe cuando se consume el helado es la manifestación sensorial de la microestructura (Mahaut, *et al*, 2004, Clarke, 2004).

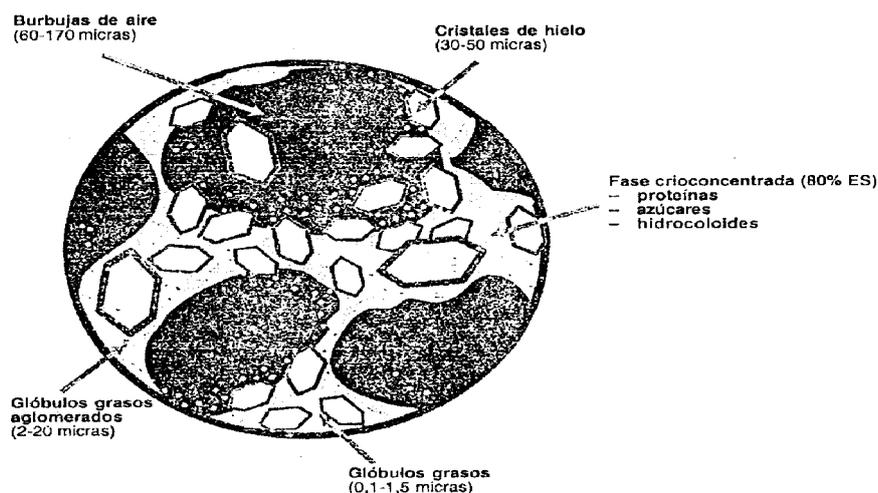


Figura 1. 1 Estructura de un helado.

Fuente: Mahaut, et al, 2004.

1.1.2 CLASIFICACIÓN.

El termino helado cubre un amplio rango de diferentes tipos, de acuerdo con la NOM-036-SSA1-1993 se establece la siguiente clasificación

1. **Helados de crema.** Son aquellos cuyo ingrediente básico es la nata o crema de leche, por lo que su contenido en grasa de origen lácteo es más alto que en el resto de los otros tipos de helados.
2. **Helados de Leche.** Son aquellos cuyo ingrediente básico es la leche entera, con todo su contenido graso.
3. **Helados de grasa vegetal.** Son aquellos en que la grasa de leche es sustituida por otras de origen vegetal.
4. **Sorbete.** Producto que cumple con la definición de helado, excepto en que su contenido de grasa, sólidos no grasos y sólidos totales son inferiores a los del helado.

Otros tipos de helados no contemplados en la NOM-036-SSA1-1993, pero conocidos a nivel internacional son (Madrid y Cenzano, 2003):

5. **Helados de mantecado.** Elaborados a base de huevo, productos lácteos y azúcar.
6. **Helados Premium y Súper Premium.** Contenido más alto de grasa láctea que los helados normales, tienen mayor contenido en proteínas, sales, azúcares, etc.

1.1.3 VALOR NUTRITIVO DE LOS HELADOS.

Los helados están considerados como una fuente de:

- ✓ Proteínas de alto valor biológico.
- ✓ Vitaminas de todos los tipos.
- ✓ Energía calórica proveniente de los carbohidratos y lípidos.
- ✓ Sales minerales diversas.

La Tabla 1.1 da el análisis nutrimental de 100 ml de una porción de helado, el helado es una fuente de aminoácidos de las proteínas de leche, vitaminas y minerales (Clarke, 2004).

Los helados tienen de un 0.6 a un 1.0% de sales minerales, procedentes en su mayoría de la leche en polvo, suero de leche en polvo y otras materias primas tales como frutas, zumos de frutas, etc. ver Tabla 1.2 (Madrid y Cenzano, 2003).

La Tabla 1.3 da la cantidad de algunas vitaminas presentes en un litro de leche y en un litro de helado. Un litro de helado es más rico en vitaminas que un litro de leche, ello es debido a que el helado, además de leche lleva otros ingredientes que aportan un contenido vitamínico importante (Madrid y Cenzano, 2003).

Tabla 1.1 Análisis nutrimental de un helado.

Ingrediente	g /100 ml
Carbohidratos	14
Azúcares	13.5
Grasas totales	7 – 8
Grasa saturada	5
Proteínas	1.8
fibra	0.5
Sales minerales	0.6 – 1.0
Vitaminas	5.1 – 39.30 mg/l
Energía	593 KJ (141.8 Kcal.)

Fuente: Clarke 2004, Mahaut, et al, 2004.

Tabla 1.2 Contenido en sales.

Mineral	mg/100 g de helado
Calcio	80 – 138
Fósforo	45 – 150
Magnesio	10 – 20
Hierro	0.05 – 2
Cloro	30 – 205
Sodio	50 – 180
Potasio	60 – 175

Fuente. Madrid y Cenzano, 2003

Tabla 1.3 Vitaminas presentes en leche y helados.

Vitamina	Leche (mg/l)	Helados (mg/l)
A	0.2 – 1	0.2 – 1.3
B ₁	0.4	0.2 – 0.7
B ₂	1.7	1.7 – 2.3
C	5 – 20	3 – 35
D	0.002	0.002

Fuente: Madrid y Cenzano, 2003.

Numerosos productos con beneficios nutrimentales se han realizado recientemente, estos incluyen reducción de grasa o azúcar en el helado, libre de colesterol, helado enriquecido con vitaminas, calcio o fibra, helado con grasas poliinsaturadas y helado prebiótico o probiotico (Clarke, 2004).

1.1.4 FORMULACIÓN: INGREDIENTES, ADITIVOS Y SU FUNCIONALIDAD.

Independientemente del producto que se desee formular, se deben considerar dos tipos de materias primas;

- A) Los Ingredientes, los cuales son los constituyentes esenciales de los helados (indispensables para la formulación del producto) y que se encuentran presentes en cantidades mayores al 1%.
- B) Y los Aditivos, los cuales se utilizan para mejorar o conservar las cualidades del helado y que se encuentran presentes en cantidades menores al 1% en la formulación. (emulsificantes, estabilizantes, colorantes y saborizantes).

Cada uno de los ingredientes y aditivos desempeña un papel esencial en la elaboración, la conservación y la textura del producto final (Mahaut, *et al.*, 2004).

La Tabla 1.4 muestra la formulación de un helado.

Tabla 1.4 Formulación de un helado.

Componente	Rango de concentración (nivel de uso).
Grasa	> 10% - 16%
Leche descremada	9 % - 12%
Azúcar	10% - 14%
Glucosa	3% - 5%
Estabilizantes	0 % - 0.25%
Emulsificantes	0% - 0.25%
Agua	55 % - 64%

Fuente: Hui, et al., 2004.

En la Figura 1.2 se observa la diferencia existente entre la mezcla de ingredientes y la misma mezcla una vez convertida en helado por incorporación de aire (batido) y congelación.

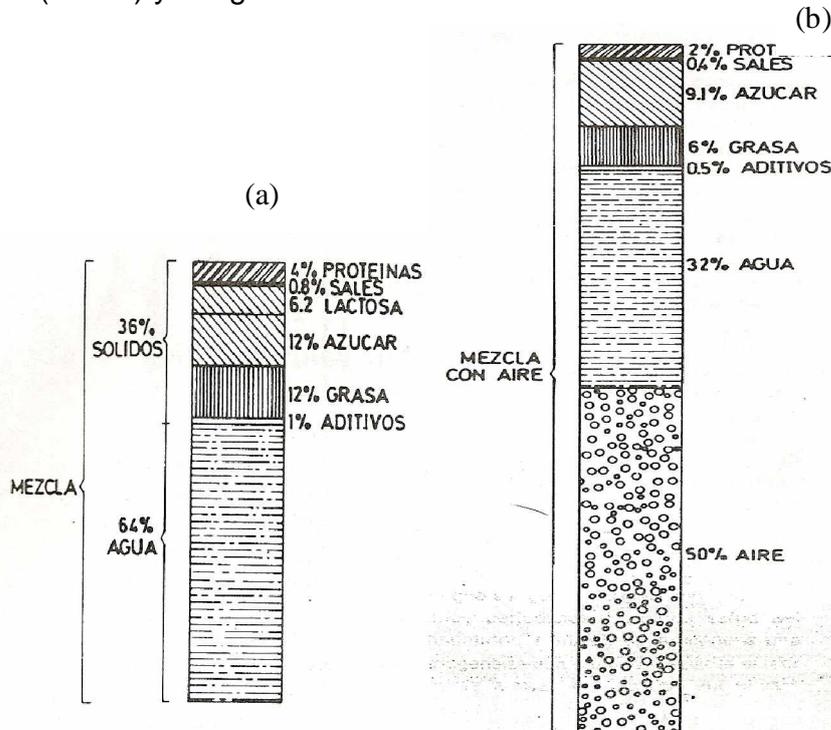


Figura 1.2 Composición de una mezcla líquida (a) y esa misma mezcla batida (b).
Fuente: Madrid y Cenzano, 2003.

La mezcla original (a) tiene un extracto seco total del 36%, mientras que en el helado con aire (b), los sólidos totales, aún siendo los mismos de la mezcla, representan sólo la mitad (18%) ya que se ha incorporado un volumen de aire por cada volumen de mezcla. El agua pasa también del 64% a la mitad 32%. La incorporación de aire a la mezcla durante el batido es lo que se conoce como "overrun" (Madrid, Cenzano, 2003).

1.1.4.1 Grasa (Grasas comestibles).

La grasa de origen lácteo es la grasa más utilizada por tener el perfil adecuado para derretirse en la boca, da al helado la textura suave y cremosa además de dar el sabor lácteo (Clarke, 2004). La sustitución de la grasa láctea por grasas de otros orígenes (vegetales) influye muy poco en la calidad del helado,

provocando solo ligeras variaciones en el color y sabor que pueden ser fácilmente corregidas con la adición de saborizantes y colorantes, disminuyendo el costo del producto debido a que las grasas vegetales son de menor costo.

El helado puede hacerse con grasa de palmiste o coco porque ambas tiene un perfil de derretimiento similar al de la grasa láctea (Clarke, 2004), sus puntos de fusión son menores a la grasa láctea (el Punto de fusión de la grasa de origen lácteo es de 36.1°C, el punto de fusión de la grasa de coco es de 26.1°C y el palmiste es del 28.9°C) lo que permite su uso sin dejar un resabio graso al final de su consumo.

Las grasas vegetales empleadas comúnmente usadas son:

- ✓ *Grasa de coco.* Es una masa de consistencia pastosa o fluida, según la temperatura ambiente, de color blanco o marfil, inodora, insípida o de sabor suave, no da sabores ni colores extraños. Punto de fusión 26.1°C.
- ✓ *Grasa de palma.* Es una masa de consistencia pastosa o fluida, según la temperatura ambiente, de color amarillo rojizo, con sabor agradable y suave. Punto de fusión 39.4°C.
- ✓ *Grasa de palmiste.* Es semisólido a temperatura ambiente (25°C), tiene ciertas similitudes con la grasa de coco, en cuanto a características y composición. Su punto de fusión varía entre los 25.9 y los 28°C.
- ✓ *Mezcla de varias de ellas.*

Las grasas desempeñan distintas funciones en el helado: ayudan a la estabilidad de la espuma debido a que interaccionan con las proteínas y los estabilizantes formando una estructura rígida aunque frágil sobre la superficie de las burbujas de aire impidiendo la salida del aire del helado.

En gran parte son las responsables de la textura cremosa del helado, ayudan a dar una mejor consistencia (cuerpo), disminuyen la velocidad con la cual el helado se derrite debido a que las partículas de grasa sólidas aumentan la viscosidad de la matriz, mejoran apreciablemente el sabor, aportan energía y son necesarias para liberar las moléculas de sabor que son solubles en grasa (Clarke, 2004, Madrid y Cenzano, 2003).

El contenido de grasas en la mezcla, reduce el tamaño de los cristales de hielo debido a que limita estéricamente su crecimiento; para una concentración entre el 10 y el 16% de materia grasa, el tamaño de los cristales varía de $82,6 \times 60,8$ a $47,2 \times 38,10^6$ m y produce un efecto lubricante, que da la sensación de suavidad en la boca (Mahaut, *et al.*, 2004, Soto, 2006). Un alto contenido graso conduce a una textura seca y granulosa un bajo contenido de grasas da una textura lisa, homogénea, algo fangosa (Walstra *et al.*, 2006).

Cuanto mayor es el contenido en grasa y su contenido de sólidos grasos, se derrite más lentamente por la fusión parcial de los ácidos grasos presentes en la grasa. En la Figura 1.3 se muestran las curvas de la fusión para los helados con contenido de grasa de 8, 10 y 15%. La muestra del 8% se derrite más rápido y la muestra del 15% se derrite más lento (Clarke, 2004).

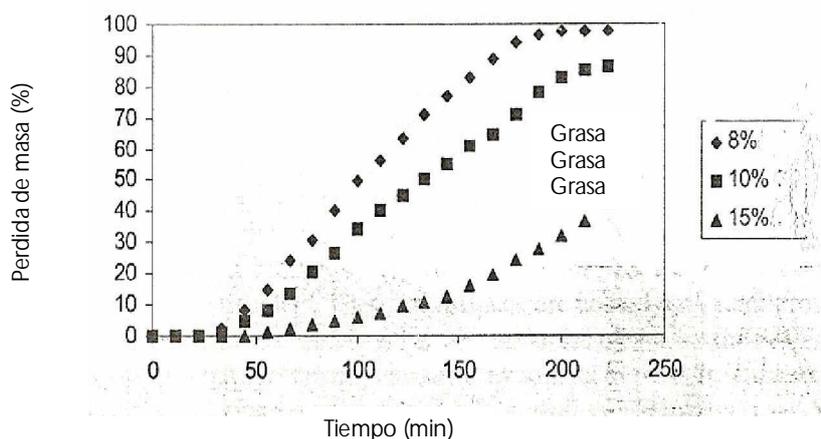


Figura 1.3 Curvas de fusión para helados con contenido de grasa de 8, 10 y 15%.
Fuente: Clarke, 2004.

La elaboración del helado con poca grasa es difícil porque se tienen que encontrar otros ingredientes capaces de realizar las distintas funciones de la grasa. Los polisacáridos pueden ayudar a estabilizar las burbujas de aire y a aumentar la viscosidad de la matriz, pero pueden deteriorar la textura cuando son utilizados en niveles altos. Las partículas microscópicas de proteínas o los carbohidratos se pueden utilizar para sustituir los glóbulos de grasa. Sin embargo, éstos no pueden reproducir enteramente la sensación en el paladar característico de la grasa, que se presenta cuando se funde en la boca (Clarke, 2004).

1.1.4.2 Leche y derivados lácteos.

La leche es la fuente de proteínas en el helado y éstas representan del 2 al 10% de la composición del helado, dependiendo del tipo de helado y de los ingredientes utilizados en su elaboración.

Esta compuesta de 2 tipos de proteínas: caseína (80%) y proteína de suero de leche (20%) (Clarke, 2004).

En la industria se utiliza generalmente leche en polvo que se obtiene a partir de leche cruda por eliminación de casi toda el agua, pasando de un 86 – 86.5% de humedad inicial hasta sólo un 2.5 – 5.0% (Madrid y Cenzano, 2003), la cual puede ser entera o descremada dependiente del tipo de helado, la composición de cada una se observa en la Tabla 1.5.

Tabla 1.5 Composición de leche entera y descremada en porcentaje (%).

Componente	Leche entera	Leche descremada
Grasa	24-26	1.2-1.5
Agua	2.5-5	2.5-5
Proteínas	26-28	35
Lactosa	32-36	52
Minerales	5-6	8

Fuente: Madrid y Cenzano, 2003.

Las proteínas tienen dos funciones importantes en el helado:

§ Primero, ellas pueden estabilizar la emulsión y la espuma, debido a que disminuyen la tensión superficial entre las interfases.

Son moléculas anfifílicas, que estabilizan el sistema al migrar a la interfase aire-agua o agua-aceite puesto que su energía libre es menor en la interfase que en la zona acuosa (Badui, 2006).

Para estabilizar la emulsión, la parte hidrofóbica de las proteínas se orienta hacia la fase oleosa. Durante la desnaturalización se desdoblán las moléculas de proteína favoreciendo la estabilización en interfases al lograr la exposición de sitios hidrofóbicos que interaccionan con la fase hidrofóbica de la emulsión, es esencial para la formación de las membranas de los glóbulos grasos durante la homogenización. Las

proteínas forman películas altamente viscosas porque se concentran en esa zona y confieren resistencia a la coalescencia de las partículas de la emulsión durante el manejo.

Estabilizan la espuma al disminuir la tensión superficial entre el aire y la lamela durante la incorporación del aire, al adicionarse al helado se concentran en la interfase. La formación de espumas con proteínas implica un proceso de desnaturalización controlado, ya que la molécula debe desdoblarse para que oriente sus aminoácidos hidrófobos hacia el interior de la burbuja y los hidrófilos hacia el exterior, en contacto con la fase acuosa (Badui, 2006).

§ Segundo, las proteínas contribuyen a dar el característico sabor lácteo (Clarke, 2004).

Un aumento del contenido en leche modifica el helado, lo hace más compacto y de una textura más fundente porque la cantidad de agua a congelar es menor. Algunos autores han confirmado que el diámetro de los cristales es inversamente proporcional al contenido en leche. No obstante, una cantidad excesiva de leche puede provocar una cristalización de la lactosa y originar la aparición de una “textura arenosa” (Mahuat, *et al.*, 2004).

La lactosa es el azúcar de la leche, si está presente en proporción alta puede dar un paladar arenoso al helado al cristalizar el exceso de lactosa

La lactosa tiene 15% del poder edulcorante de la sacarosa y contribuye con las sales al sabor de la leche. Está se forma por la condensación de una molécula de galactosa y otra de glucosa mediante un enlace glucosídico $\beta(1,4)$, existe en dos formas isoméricas, α y β , que se diferencian por sus propiedades físicas.

En los helados las bajas temperaturas favorecen la cristalización de la α – hidratada por lo que se presenta una textura “arenosa” desagradable, ya que los cristales se perciben como pequeños granos de arena. La lactosa está inicialmente en un estado vítreo, pero los ciclos de congelamiento/descongelamiento provocan que cristalice inadecuamente (Badui, 2006).

Por esta razón se añaden polisacáridos como carragenina, que inhiben el proceso de cristalización y la consecuente “arenosidad”.

Suero de leche en polvo. Es un producto de menor costo que la leche en polvo, por lo que se utiliza para sustituir en parte a ésta (5 -10%) la Tabla 1.6 nos da la composición del suero de leche (Madrid y Cenzano, 2003).

Tabla 1.6 Composición media del suero de leche en polvo.

Componente	Porcentaje
Humedad	3 – 5 %
Grasa	0.5 – 1.5 %
Proteínas	11 – 13 %
Lactosa	70 – 72 %
Minerales	10 -11 %

Fuente: Madrid y Cenzano, 2003.

El suero tiene una proporción baja de proteínas, pero éstas poseen una calidad nutritiva superior a la de las caseínas, es muy rico en lactosa, por lo que no puede ser utilizado en grandes cantidades en la elaboración de helados por lo mencionado anteriormente.

El suero es pobre en caseína por lo que se debe añadir caseinato cálcico al mismo para compensar la falta de la misma para evitar la disminución de la funcionalidad de la leche en el helado.

Concentrado proteínico de suero de leche. Se comercializan con un 80% mínimo de proteínas, no están dañadas térmicamente y se usan por su alta solubilidad, retención de agua, capacidades emulsificante, espesante y espumante. Es libre de lactosa y se utiliza como ingrediente en la elaboración de helados, sustituyendo a un 15 – 20% de la leche en polvo normalmente empleada, obteniendo un producto de excelente textura y con menor costo (Badui, 2006, Madrid y Cenzano, 2003).

1.1.4.3 Sustancias edulcorantes.

Los carbohidratos representan entre el 10 al 22% del peso total de la mezcla de ingredientes de un helado. Los más empleados son:

- Sacarosa. Es el azúcar más utilizado en los helados, está integrada por una glucosa cuyo carbono aldehídico se une al cetónico de la fructosa, estableciendo un enlace glucosídico $\beta(1,2)$. Tiene una alta solubilidad y es menos higroscópico que la fructosa. La sacarosa llega a representar el 80% del total de azúcares en la mezcla. No se puede pasar de esa proporción ya que daría un excesivo sabor dulce al producto (Badui, 2006, Madrid y Cenzano, 2003).

- Glucosa. Monosacárido más abundante en la naturaleza, se obtiene de la hidrólisis controlada del almidón, se suele utilizar en la elaboración de helados hasta un máximo del 25% del total de azúcares Tiene menor poder edulcorante que la sacarosa (Ver Tabla 1.7) (Madrid y Cenzano, 2003).

- Azúcar invertido. Es el producto obtenido por hidrólisis de la sacarosa, química o enzimáticamente. El adjetivo “invertido” se refiere al cambio del poder rotatorio que se observa durante dicha hidrólisis. Enzimáticamente puede lograrse mediante el uso de una invertasa, químicamente se involucra la ruptura del enlace acetal, adicionando un hidrogeno del agua a la fructosa y un oxigeno a la glucosa (Badui, 2006). Está constituido por mezcla de sacarosa, glucosa y fructosa. El azúcar invertido tiene un alto poder edulcorante que limita su utilización como ingrediente en helados hasta un máximo del 25% del total de azúcares de la mezcla. (Madrid y Cenzano, 2003).

Tabla 1.7 Poder edulcorante de diversos azúcares tomando como unidad el de la sacarosa.

Ingrediente	Unidades
Lactosa	0.27
Glucosa	0.53
Sacarosa	1.0

Fuente: Madrid y Cenzano, 2003.

Los Edulcorantes en general:

- § Dan el sabor dulce a los helados.
- § Aumentan el porcentaje de los sólidos en los helados.
- § Aportan energía.
- § Controlan la cantidad de hielo que se forma dando la suavidad al helado (a mayor contenido de hielo, el helado presenta una consistencia más dura).
- § También influyen en la textura del helado al impartir viscosidad al medio inhibiendo el crecimiento de los cristales de hielo (A mayor peso molecular del azúcar la viscosidad del medio es mayor).
- § Y mejora la estabilidad de la espuma, pues al incrementar la viscosidad del medio se reduce la velocidad de drenado del fluido de la lamela.

1.1.4.4 Agua.

El agua es el medio en el cual todos los ingredientes son dispersos o disueltos. Durante la congelación y el endurecimiento la mayor parte del agua se convierte en hielo (Clarke, 2004).

1.1.4.5 Aditivos.

Con la necesidad de enviar helados a sitios muy lejanos del lugar de producción, fue necesario añadir a los helados productos que asegurasen su conservación y estabilidad durante muchos días, incluso semanas y meses. El frío es indudablemente el principal conservador de los helados, pero para evitar cambios en sus características tales como cristalizaciones, oxidaciones, separación de componentes, etc., se recurrió a la adición de productos estabilizantes, antioxidantes, gelificantes, etc.

Los aditivos se utilizan por tres razones principales: Economía, Conservación y mejora (Madrid y Cenzano, 2003).

1.1.4.5.1 Estabilizantes.

El objetivo básico de un estabilizante es mantener la estructura típica del helado. Considerando la inestabilidad del sistema que constituye el helado, la adición de estabilizantes en la mezcla, resulta imprescindible para mejorar la textura y la resistencia a las fluctuaciones de temperatura (Mahaut, *et al.*, 2004).

Los estabilizantes realizan varias funciones en el helado, la mayor parte se relaciona con el aumento en la viscosidad de la matriz, la prolongación del tiempo de batido con lo cual hay una distribución más uniforme de la estructura interna de los componentes, ayudan en la correcta incorporación de aire y controlan el rendimiento de la mezcla, proporcionando las propiedades deseadas de firmeza y sequedad, retrasan el índice del derretimiento, enmascaran la percepción de los cristales de hielo grandes en la boca pues producen una textura más suave, controlan las características de cuerpo y textura (Soto, 2006, Wagner, 2000, Wastra *et al.*, 2006).

En los helados, ricos en productos lácteos, se encuentran una serie de productos naturales con carácter estabilizante, tales como: proteínas de la leche, lecitina de la yema de huevo y azúcares (Madrid y Cenzano, 2003).

En el caso de los helados, los estabilizadores que más nos interesan son los sistemas complejos o mixtos que proporcionan propiedades de cremosidad, textura, agradable sensación en el paladar y una clara liberación del sabor en el producto (Wagner, 2000).

Para la formación del helado primero debe adicionarse el estabilizante a la fase líquida o semisólida, antes de dispersarle el aire. El estabilizante debe adsorberse en la superficie del líquido para disminuir la tensión superficial y para permitir la formación de una lamela resistente que separe las burbujas de aire (Badui, 2006).

Comúnmente los estabilizantes más utilizados son los hidrocoloides.

1.1.4.5.1 Hidrocoloides.

Son sustancias poliméricas dispersables en agua que incluyen proteínas como la gelatina y polisacáridos como almidón y gomas.

Como característica principal y común se puede destacar que son moléculas altamente hidrofílicas que actúan sobre el agua que se encuentra libre en el medio donde se aplican, llegando a reducir su movilidad y aumentando así la viscosidad del sistema. En este sentido la estructura del polímero es de gran importancia ya que de ella depende la capacidad de retención de agua (volumen de agua que pueden llegar a incorporar) y, por tanto, las características reológicas y de textura que impartirá al producto terminado (Cubero 2002).

Al fijar el agua, los hidrocoloides se despliegan, se hidratan y forman una red tridimensional por el establecimiento de puentes de hidrógeno; de esta forma, aumentan la viscosidad del medio o lo gelifican (en este caso el agua es inmovilizada dentro de la red por lo que se produce el gel).

Generalmente en la formulación de helados se utilizan **gomas** que son polisacáridos de alto peso molecular, que se disuelven en agua y presentan las propiedades funcionales de agentes espesantes y gelificantes.

Por ser moléculas de cadenas largas algunos hidrocoloides requieren alta temperatura y agitación para su completa hidratación, son difíciles de dispersar por sus propiedades funcionales, sin embargo esto puede ser útil en algunas aplicaciones por ejemplo las propiedades gelificantes pueden ser explotadas en la manufactura de los helados muy bajos en grasa (Clarke, 2004).

Las gomas reducen el crecimiento de los cristales de hielo y lactosa durante el almacenamiento, reducen la velocidad de derretimiento (la velocidad a la cual el helado pierde masa), estabilizan los elementos dispersos, facilitan el control de la incorporación de aire en el congelador y ayuda a estabilizar la espuma, el estabilizante se absorbe en la superficie del líquido para disminuir la tensión superficial y para permitir la formación de una lamela resistente que separa las burbujas de aire.

Confieren al producto una textura untuosa y suave pues enmascaran la detección de los cristales de hielo en la boca durante su consumo (Clarke, 2004, Mahaut, *et al.*, 2004).

1.1.4.5.1.1 Gomas más comunes utilizadas en los helados (Badui, 2006, Cubero, 2002, Fennema, 2004, Soto, 2006):

§ **Alginato de sodio y calcio.** Polisacárido con propiedades espesantes y gelificantes que se obtiene de las algas pardas, consisten en una secuencia de ácidos gulurónico (G) y manurónico (M). Como espesante tiene un comportamiento pseudoplástico y presenta un buen comportamiento a los ciclos de congelación-descongelación. En el helado aumenta la viscosidad de la matriz.

§ **Carragenina.** Polisacárido sulfatado proveniente de la pared celular de las algas marinas rojas. Están conformadas por varias estructuras en grupos de polisacáridos de galactosa, estas estructuras son de varios tipos, las comerciales son: las carrageninas κ , λ y ι . Dependiendo del tipo de carragenina forma soluciones de alta viscosidad o forma un gel, las moléculas de la carragenina desarrollan estructuras helicoidales creando la red tridimensional; después de hidratarse a 80°C, se enfría induciéndose una transición a gel que origina la estructura tridimensional. Es estable a un amplio intervalo de pH puesto que los grupos semiester de sulfato están siempre ionizados. Es un agente espesante y texturizante (confieren cuerpo a distintos niveles o llegan a un estado sólido obteniéndose geles), es un captador y retenedor de humedad, estabiliza emulsiones y espumas y tiene un efecto matriz (se consigue a bajas concentraciones que da lugar a la formación de un gel tridimensional imperceptible que permite suspender sólidos sin impartir mucha viscosidad).

§ **Goma de algarrobo,** se obtiene de la semilla de algarrobo, es un galactomano formado por una cadena simple de manosa con unidades de galactosa en proporción 4:1. Se solubiliza a 80°C, básicamente actúa como espesante, con un comportamiento pseudoplástico, aumentando la viscosidad del sistema,

proporciona resistencia excelente al choque térmico y aporta textura cremosa. Es sinérgica con el K-carragenina y con la goma Xantana, dando geles elásticos y cohesionados.

§ **CMC (Carboximetilcelulosa).** Es un ligante del agua del medio que tiene buena funcionalidad a diferentes temperaturas ya que es soluble tanto en frío como en caliente. Controla la viscosidad y reología del sistema, es un agente de suspensión, auxiliar para la retención de agua, inhibe la formación de cristales, da una textura suave y blanda y también ayuda al batido correcto de la mezcla. No da una estructura fuerte al helado, por lo que se utiliza en combinación con carragenina, algarrobo y guar. Estabiliza las dispersiones de proteínas de manera especial a aquellas que se encuentran cerca de su punto de pH isoelectrico.

1.1.4.5.2 Emulsificantes.

Por definición los emulsificantes son aquellas sustancias que, añadidas a los alimentos, hacen posible la formación y/o mantenimiento de una dispersión uniforme entre dos o más sustancias inmiscibles (Cubero, 2002).

Los emulsificantes permiten la formación de una emulsión por su efecto en la reducción de la tensión superficial, para conseguir su finalidad se concentran en la interfase grasa y agua en los helados, reduciendo la tensión superficial y consiguiendo una emulsión estable. Por tanto disminuyen el trabajo necesario para emulsionar los dos fluidos; la fuerza que se proporciona al sistema es mediante un trabajo mecánico proporcionado por un batido, homogeneización, etc. (Cubero, 2002, Madrid y Cenzano, 2003,).

Favorecen la distribución uniforme de los glóbulos grasos en la mezcla, mejorando así la textura, además hacen que los cristales de hielo sean más pequeños y se distribuyan uniformemente (Mahaut, *et al.*, 2004, Soto 2006).

Debido a su carácter anfifílico, se localizan en la interfase de la fase acuosa y de la fase hidrófoba (aire). Se asocian con las proteínas, formando una película alrededor de los glóbulos grasos, impidiendo su coalescencia y favoreciendo así la distribución de la materia grasa en el agua (Mahaut, *et al.*, 2004).

Además de la adición de las proteínas de leche, el helado también contiene emulsificantes como los monoglicéridos y los diglicéridos son muy utilizados como emulgentes en los helados con dosis del orden del 0,2 – 0,4% en peso (Madrid y Cenzano, 2003).

La función de los emulsificantes es impedir o retardar los fenómenos naturales de separación de las dos fases de la emulsión al formar una película protectora alrededor de las gotas de grasa dispersas e impartir a las partículas cargas eléctricas de igual signo a fin de favorecer la repulsión entre las mismas controlando la formación de aglomerados de glóbulos de grasa (Cubero, 2002).

Las principales Propiedades de los emulsificantes para helados son (Madrid y Cenzano, 2003, Multon, 2000 y Wagner, 2000):

- ✓ Contribuir a la correcta incorporación del aire.
- ✓ Mejorar la textura y el cuerpo del helado.
- ✓ Evitar la separación de agua durante el batido.
- ✓ Conseguir un helado que se derrita suavemente en el paladar.
- ✓ Formación de complejos graso-proteínicos.
- ✓ Participan en la desestabilización de la mezcla, en el curso de la congelación, asegurando el control de la deselmusificación de las materias grasas.
- ✓ Los emulsificantes se concentran en la superficie de los glóbulos grasos con los grupos polares en la interfase. De esta manera, establecen los enlaces con el agua y los grupos polares de los hidrocoloides o las proteínas de la leche. Los monoglicéridos, conducen a la caseína a formar una película monomolecular desnaturalizada en la superficie de los glóbulos de grasa. Las capas suplementarias de caseína primitiva pueden ser atraídas después.

1.1.4.5.3 Colorantes.

El color del helado tiene una influencia significativa en la percepción del sabor y la calidad en el consumidor.

Los colorantes o pigmentos son sustancias que tiene la propiedad de impartir color al medio que lo contiene según la solubilidad que tenga en el medio, ya sea un medio hidrofílico o lipofílico.

Se dividen en sintéticos y naturales; los colorantes naturales son aquellos obtenidos de fuentes presentes en la naturaleza de origen vegetal, animal o mineral. Los colorantes sintéticos son sustancias químicas sintetizadas con alto grado de pureza, son principalmente derivados azoicos (Amarillo 5, azorrubina, rojo allura, etc.), pero también quinoles, derivados del trifenilmetano y otros.

La ingesta diaria aceptable para los distintos colorantes varía desde 1 hasta 13 mg/kg.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-036-SSA1-1993, bienes y servicios. Helados de crema, de leche o grasa vegetal, sorbetes y bases o mezclas para helados.

Se permiten los siguientes colorantes naturales: Beta caroteno (100 mg/kg)
Beta-apo-8-carotenal (100 mg/kg), Cantaxantina (100 mg/kg), Caramelo (100 mg/Kg), Cúrcuma (polvo y oleoresina del rizoma de 50 mg/kg Cúrcuma longa L.) y Eter apocarotenoico (50 mg/kg)

Se permiten los colorantes orgánicos sintéticos o artificiales en un límite máximo de 100 mg/kg.

Los colorantes orgánicos sintéticos o colorantes artificiales para alimentos permitidos son: Amarillo No. 5 (Tartrazina), color Index (C.I.) No. 19140; Azul No. 1 (Azul Brillante F.C.P.) C.I. No. 42090; Azul No. 2 (Indigotina) C.I. No. 73015; Rojo cítrico No. 2 (sólo se permite para colorear la corteza de la naranja) C.I. No. 12156; Rojo No. 3 (Eritrosina) C.I. No. 45430; Rojo No. 40 (6-hidroxi-5-[(2-metoxi-5-metil-4-sulfenil) azo]-2-naftalensulfonato disódico); Verde No.3 (verde firme F.C.F.) C.I. No. 42053, y Otros que determine la Secretaría de Salud.

De origen mineral se permite el uso de gluconato ferroso y Dióxido de titanio (1000 mg/kg).

Se utilizan en los helados por varias razones: 1. Dar el color al producto, 2. Reforzar el color y 3. Garantizar el color uniforme entre diferentes lotes de elaboración (Clarke, 2004).

1.1.4.5.4 Saborizantes (Badui, 2006, Clarke, 2004).

Es esencial que el helado tenga un sabor atrayente, los sabores usados en la elaboración del helado son usualmente suministrados como una solución de aroma y componentes de sabor.

El saborizante es la sustancia o mezcla de sustancias de origen natural, idénticas al natural o sintética que se utilizan para proporcionar o intensificar el sabor o aroma de los productos.

Comercialmente, los saborizantes se encuentran como líquidos en muy diversos disolventes y en emulsiones, en polvos, encapsulados en almidón y otros polímeros y también como granulados.

Son usados para impartir sabor al producto, realzar el sabor y garantizar el sabor uniforme entre un lote y otro. Algunas moléculas de sabor son solubles en grasa mientras que otros son solubles en agua, esto afecta la percepción del sabor en el helado; los sabores solubles en agua están presentes en la matriz y son liberados rápidamente en el consumo, mientras que los solubles en grasa son liberados mas lentamente.

1.1.5 PROCESO DE ELABORACIÓN.

El helado se elabora a partir del siguiente conjunto de operaciones (Figura 1.4):

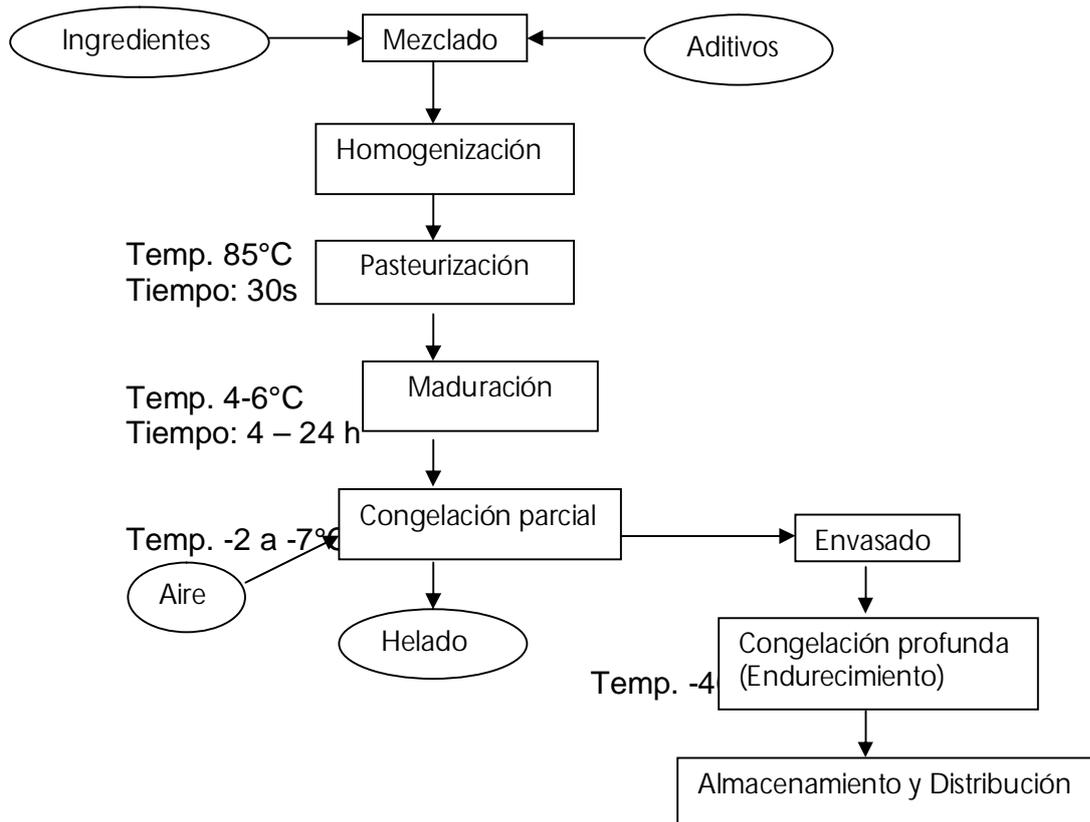


Fig. 1.4 Diagrama de elaboración de un helado.

- ✓ **Mezclado.** Es la primera etapa de la elaboración del helado, los distintos ingredientes (proteínas, grasa, emulsificantes, estabilizantes, azúcar y saborizantes), se mezclan en un tanque a una temperatura de 50 a 60°C (Mahaut, *et al.*, 2004, Walstra *et al.*, 2006).

- ✓ **Homogeneización.** Puede realizarse antes o después de la pasteurización. Generalmente se efectúa entre el precalentamiento a 70°C y la pasteurización, con el fin de minimizar los riesgos de contaminación bacteriana. El propósito de la homogeneización es desintegrar y dividir finamente los glóbulos de grasa en la mezcla con objeto de conseguir una suspensión permanente, evitando que la grasa se separe del resto de los componentes y ascienda hacia la superficie por su menor peso. Con el tratamiento de homogeneización, reducimos el diámetro de los glóbulos a un décimo de su diámetro inicial (Madrid y Cenzano, 2003).

La homogeneización da al helado una textura lisa suficientemente fina, la formación excesiva de los racimos de la homogeneización se debe evitar pues hace que la mezcla llegue a ser altamente viscosa y no se obtendrá la textura fina deseada; por lo tanto, la presión de la homogeneización se debe adaptar a la proporción de grasas, a la intensidad de la pasteurización, y, si se da el caso, a la composición posterior de la mezcla (Walstra *et al.*, 2006).

Se suele homogeneizar en dos fases (Mahaut, *et al.*, 2004):

- § La primera, a una presión de 14 a 21X10⁶ Pa, en función del contenido en extracto seco, para reducir el tamaño de los glóbulos grasos;
- § La segunda fase, a 3.5 – 5.0 X 10⁶ Pa, con objeto de impedir la coalescencia de los nuevos glóbulos grasos formados y deshacer los agregados.

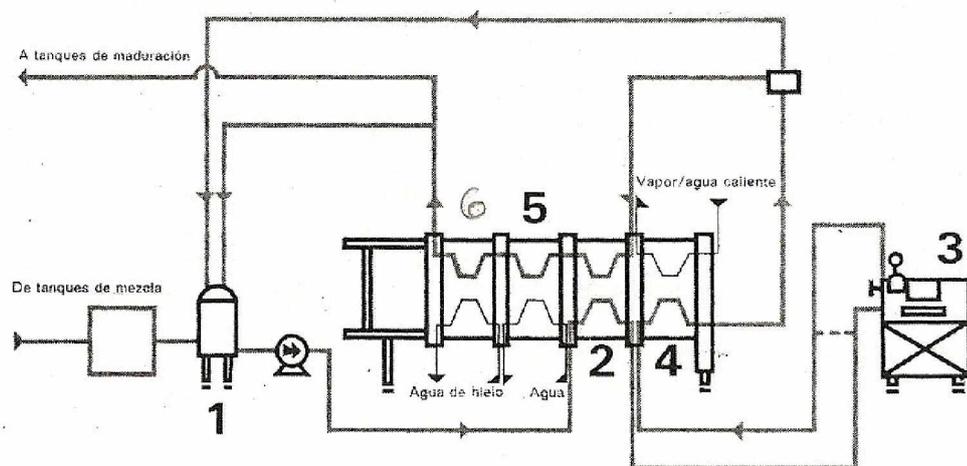
La homogeneización de la mezcla tiene varios efectos beneficiosos en la calidad del producto final (Madrid y Cenzano, 2003):

- § Distribución uniforme de la grasa, sin tendencia a su separación.
- § Color más brillante y atractivo.
- § Mayor resistencia a la oxidación, que produce olores y sabores desagradables en el helado.
- § Helados con mejor cuerpo y textura.

- ✓ **Pasteurización** (85 – 90°C durante 30 segundos). Tiene como objetivo primordial la destrucción de la flora patógena, reduce la flora total y favorece la desnaturalización de las proteínas. Además permite una mejor hidratación y facilita la disolución de los azúcares, emulsionantes y estabilizantes, permitiendo una mejor integración entre los ingredientes (Mahaut, *et al.*, 2004, Soto, 2006).

El tercer objetivo importante es inactivar la lipasa porque sigue siendo un poco activa incluso en una temperatura muy baja. Finalmente, el calentamiento intenso de la mezcla es deseable (especialmente para el helado endurecido) pues disminuye su susceptibilidad a la autoxidación (Walstra *et al.*, 2006).

En la Figura 1.5 se muestra la pasteurización y homogeneización de la mezcla de los ingredientes.



Instalación de pasteurización y homogeneización de la mezcla de ingredientes en heladería.

1. Depósito regulador de entrada de la mezcla.
2. Sección de precalentamiento de la mezcla en el pasteurizador.
3. Homogeneizador de alta presión de la mezcla precalentada.
4. Sección de pasteurización de la mezcla homogeneizada.
5. Sección de enfriamiento de la mezcla pasteurizada y homogeneizada, con agua a 15-20°C.
6. Sección de enfriamiento de la mezcla pasteurizada y homogeneizada, con agua helada a 2°C.

Figura 1.5 Instalación de pasteurización y homogeneización.
Fuente: Madrid y Cenzano, 2003.

Como se ve en dicho esquema, la mezcla pasa al depósito regulador (1) y una bomba la envía a la sección (2) del pasteurizador de placas, donde se precalienta hasta 73 – 75°C al circular en contracorriente con mezcla ya pasteurizada.

Desde esta sección (2) la mezcla pasa al homogeneizador (3) para conseguir una mezcla homogeneizada, que vuelve a la sección (4) de las placas para calentarse hasta la temperatura de pasteurización (83 – 85°C) durante 15 – 25 segundos.

Desde la sección (4), la mezcla pasa a la sección (2) donde cede calor a la mezcla entrante. En las secciones siguientes (5) y (6) se enfría primero en contracorriente con agua a 15 – 20°C y luego con agua helada a 2 -3°C, resultando una temperatura final de 5°C para la mezcla, que pasa así a los tanques de maduración.

- ✓ **Enfriamiento y Maduración.** Esta operación consiste en mantener la preparación a una temperatura de unos 4 a 6°C, durante un mínimo de 3 horas con una agitación lenta (puede tener una duración de 3 a 24 horas) (Mahaut, *et al.*, 2004). El objetivo es lograr la cristalización parcial de la materia grasa antes de que la mezcla del helado entre en el congelador: la membrana externa del glóbulo graso, constituida por ácidos grasos de alto punto de fusión se endurece, mientras que la parte central del glóbulo permanece líquida. El tiempo de maduración será más o menos largo según el tipo de grasa utilizada. Normalmente, la maduración se lleva a cabo durante 3 a 5 horas cuando se trata de grasa butírica y sólo durante 1 h 30 min. si son aceites de colza o de palma, ya que su riqueza en ácidos grasos de cadena larga y saturados se traduce en una temperatura de fusión más elevada (Mahaut, *et al.*, 2004, Walstra *et al.*, 2006).

Algunos emulsificantes necesitan tiempo a baja temperatura para desplazar las proteínas de los glóbulos de grasa (Walstra *et al.*, 2006). Las proteínas y los estabilizantes añadidos tienen tiempo de absorber agua, con lo que el helado será de buena consistencia, la mezcla absorberá mejor el

aire en su batido posterior y el helado obtenido tendrá mayor resistencia a derretirse (Madrid y Cenzano, 2003). A esa temperatura no hay peligro de desarrollo microbiano durante el tiempo de maduración.

✓ **Congelación Parcial.** Es una de las etapas que más influyen en la calidad del helado final. En esta etapa se realizan dos importantes funciones (Madrid y Cenzano, 2003):

§ Incorporación de aire por agitación vigorosa de la mezcla, hasta conseguir el cuerpo deseado (Madrid y Cenzano, 2003). Se realiza en un congelador continuo de forma simultánea la mezcla se bate, se congela y se agita en un intercambiador de calor de superficie raspada, cuya pared está a una temperatura de -40°C . el producto se extrusiona a $-2/-7^{\circ}\text{C}$ con un aumento porcentual de volumen determinado (Mahaut *et al.*, 2004).

§ Congelación rápida para favorecer la formación de un gran número de cristales de hielo muy pequeños que confieren cremosidad al helado y no se perciben en la boca. Durante esta etapa se forman los cristales de hielo (30 al 70% de la cantidad inicial de agua) y se produce la crioconcentración de los glóbulos grasos, azúcares, proteínas y estabilizantes (Mahaut, *et al.*, 2004).

Cuanto más baja sea la temperatura de congelación durante esta etapa, más alta será la viscosidad del producto obtenido, sin pasar el límite en que deje de ser bombeable (Madrid y Cenzano, 2003).

La cantidad de aire mezclado, además de influir en el cuerpo del helado, afecta mucho a su costo. Cuando más aire incorpore el helado, más barato será, por lo que las legislaciones de algunos países ponen límite a la cantidad de aire incorporado, de modo que el peso específico no sea inferior a la misma (Madrid y Cenzano, 2003).

Por efecto de la agitación puede desestabilizarse la materia grasa; se produce la rotura de las membranas de los glóbulos grasos y la materia grasa líquida así liberada se reparte en la masa formando una película que rodea parcialmente las burbujas de aire. Finalmente, esta materia grasa

líquida hace de cemento aglomerante entre algunos glóbulos grasos; este fenómeno se conoce como “arracimado” y es un efecto muy deseable porque mejora las características organolépticas del helado (Mahaut, *et al.*, 2004).

Podemos decir que es el punto clave de transformación de una mezcla de ingredientes en helado; el helado no surge hasta la congelación y batido de esa mezcla (Madrid y Cenzano, 2003). El helado sale del equipo a -8°C.

- ✓ **Envasado.** A la salida del congelador, la masa está todavía en un estado maleable y es entonces cuando se le da su forma definitiva al helado, antes de proceder a su congelación profunda (Mahaut, *et al.*, 2004).

El envasado y embalaje se realizan en líneas industriales normales. Con el fin de evitar las fluctuaciones de temperatura, las operaciones se realizan en el interior de cámaras frías (Mahaut, *et al.*, 2004).

La forma deseada se consigue por dos sistemas diferentes (Mahaut, *et al.*, 2004):

§ Puesta en molde y desmoldado;

§ Llenado directo de los envases comerciales, mediante:

- Dosificadoras volumétricas (para las mezclas entre -2 y -4°C);
- Llenadoras con válvulas por tiempo (para las mezclas entre -4 y -7°C);
- Extrusionadores (para las mezclas más consistentes entre -6 y -7°C).

Debe controlarse la temperatura a la salida del congelador y evitar las fluctuaciones al pasar a la cámara de endurecimiento (Soto, 2006).

- ✓ **Congelación Profunda o Endurecimiento.** Estos sistemas permiten rebajar rápidamente la temperatura hasta -15°C en el corazón del producto para evitar el crecimiento de los cristales y llegar a congelar hasta un 80% del agua (Mahaut, *et al.*, 2004). Se puede efectuar por tres métodos:

1. En un túnel de congelación a -40°C con una velocidad de aire de 3 a 8 m X s^{-1} ; esta técnica permite congelar productos de diferentes formatos (Mahaut, *et al.*, 2004).

2. Por contacto; este sistema es aplicable en el caso de productos que tienen al menos dos de sus caras paralelas. Los helados se comprimen entre dos placas huecas en cuyo interior circula amoníaco a -40°C (Mahaut, *et al.*, 2004).

3. Inmersión en una salmuera a -40°C ; este método solo puede aplicarse a moldes estancos y de pequeños formatos (helado con palo, etc.) (Mahaut, *et al.*, 2004).

✓ **Almacenamiento y distribución.** Es imprescindible mantener en todo momento la cadena de frío para evitar que se produzcan fusiones superficiales que producen deformaciones, pérdidas de volumen, y una textura arenosa, como consecuencia de la cristalización de la lactosa y el crecimiento de los cristales (Mahaut, *et al.*, 2004). Los productos se almacenan a -30°C , se transportan a $-25/-30^{\circ}\text{C}$ y se distribuyen a $-20/-25^{\circ}\text{C}$ para, por último, mantenerse en el congelador doméstico a unos -18°C (Mahaut, *et al.*, 2004).

Demasiado tiempo de almacenamiento puede afectar la textura y aspecto del helado (Soto, 2006)

1.1. 6 FENÓMENOS FISICOS Y FISICOQUIMICOS EN EL HELADO.

La estructura de los alimentos está definida por el acomodo a niveles micro y macroscópicos de sus diversos constituyentes. Su grado de organización y estabilidad depende del nivel de cohesión entre sus componentes, así como de las fuerzas físicas y químicas que intervienen.

El helado se define como una espuma sólida de células de aire (del 40 al 50% de volumen) cubiertas por la grasa emulsificada junto con una red de microcristales de hielo que a su vez están rodeados de un líquido acuoso en forma de sol que contiene micelas coloidales (Badui, 2006).

1.1.6.1 Estructura física.

La composición química de una mezcla del helado con aire es igual en todos sus puntos, en todo caso, las diferencias en su aspecto, la consistencia y el sabor son enormes debido a la diferencia en su estructura física; esto se ilustra en la Figura 1.6 cuando la mitad del agua es congelada (sobre -5°C) y los elementos estructurales pueden ser distinguidos (d = diámetro, ϕ = la fracción de volumen) (Walstra et al., 2006):

Cristales de hielo: $d = 7 - 170 \mu\text{m}$, en promedio sobre $50 \mu\text{m}$, $\phi = 0.3$.

Cristales de lactosa: longitud $\approx 20 \mu\text{m}$, $\phi \approx 0.005$; no siempre presente.

Aire: $d = 60 - 150 \mu\text{m}$, $\phi \approx 0.5$.

Estabilizantes de la espuma: $10 - 20 \mu\text{m}$.

Glóbulos de grasa: $d < 2 \mu\text{m}$, $\phi \approx 0.06$ (incluidos los glóbulos agrupados).

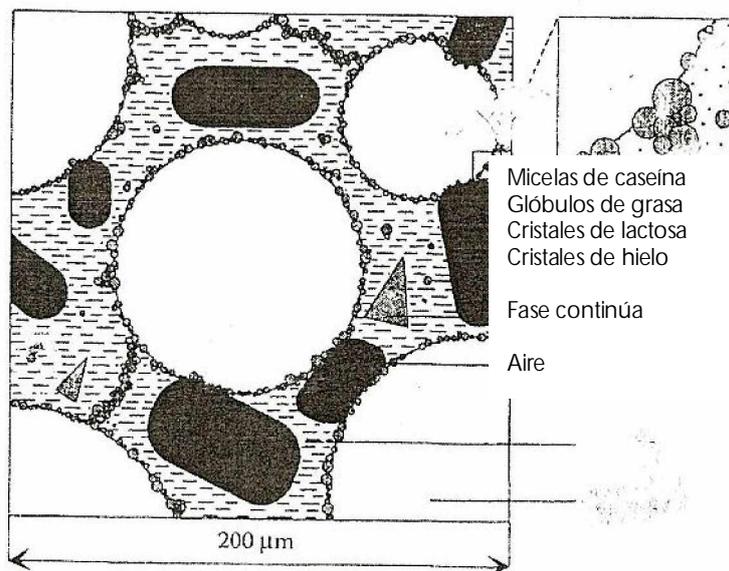


Figura 1.6 Presentación esquemática de la estructura del helado a -5°C .
Fuente: Walstra et al., 2006.

1.1.6.2 Fenómenos Fisicoquímicos.

Los ingredientes principales proporcionan las características sensoriales requeridas: el hielo da la frescura, la grasa proporciona cremosidad, el aire da ligereza y suavidad, el azúcar proporciona dulzor, y los sabores realzan su gusto (Clarke, 2004).

La cantidad total de cada componente y la microestructura (es decir el tamaño, la forma y la conectividad de las partículas) son importantes pues juntos determinan las características del helado, físicas y sensoriales. Las cantidades de los componentes estructurales son diferentes para diversos tipos de helado. Fracciones típicas del volumen de cada componente a -18°C se muestra en la Tabla 1.8 en helado estándar, superior, bajo en grasa, helado suave, y un raspado de agua (nieve) (Clarke, 2004).

Tabla 1.8 Fracciones típicas del volumen de los componentes estructurales para diferentes tipos de helados en porcentaje (%).

Componente microestructural	Helado Estándar	Helado Premium	Helado Bajo en grasa	Helado suave	Nieve
Hielo	30	35	31	23	75
Aire	50	35	48	52	0
Grasa	5	10	1	4	0
Fase dispersante	15	20	20	21	25

Fuente: Clarke, 2004.

1.1.6.2.1 Fase dispersante.

La fase dispersante del helado es una solución que contiene sólidos disueltos (azúcares y estabilizantes) y micelas coloidales (caseínas y proteínas solubles), y además contiene glóbulos de grasa en forma de emulsión.

Cuando mayor es la cantidad de leche, menor será la cantidad de agua a congelar y más pequeño será el tamaño de los cristales; así, se pueden observar variaciones en el tamaño de los cristales de hielo de $55,8$ a $32,2 \times 10^6$ m de diámetro, cuando el extracto seco pasa del 9 al 15%. Existe un equilibrio reversible entre las caseínas fijadas sobre la superficie de los glóbulos grasos y las caseínas micelares: cuanto mayor es la dispersión de los glóbulos grasos, mayor es su superficie total y más caseínas fijan a costa de la masa de micelas disponibles para ligar agua. El conjunto se estabiliza en el seno de la fase dispersante (Mahaut, *et al.*, 2004).

La cantidad apropiada de sólidos totales de la mezcla reduce la cantidad de agua a congelar, retarda el crecimiento de cristales y la incorporación de aire durante el proceso de congelación y se baja el punto de congelación (Soto, 2006).

La concentración de estos solutos es perceptiblemente más alta que en la mezcla porque cerca del 75% del agua en la mezcla se congela, la concentración por congelación de los azúcares tiene varias consecuencias importantes, en primer lugar los movimientos de esa concentración por congelación acerca mas a la fase dispersante a la transición para cristalizarse, debajo de la temperatura de transición de cristalización, la fase dispersante llega a ser tan viscosa que no fluye y las moléculas del soluto dejan de ser móviles. Así, si el helado se almacena debajo de la temperatura de transición de cristalización de la fase dispersante concentrada por congelación, su calidad no debe deteriorarse (Badui, 2006, Clarke, 2004).

La temperatura de transición de cristalización depende de la formulación, y está típicamente entre -30 y -40°C . Sin embargo, es posible incrementar la temperatura de transición de cristalización utilizando azúcares de peso molecular elevado, por ejemplo jarabes de maíz, mientras que esto hace al helado más estable, puede tener efectos nocivos en la textura, porque azúcares más altas de peso molecular producen la disminución del punto de congelación, y modifican el sabor característico del helado. Otra consecuencia de la concentración por

congelación es que la concentración del azúcar puede llegar a ser tan alta que la fase dispersante llega a ser sobresaturada y los azúcares se cristalizan fuera de la solución (Clarke, 2004).

1.1.6.2.2 Aire.

La mitad del volumen del helado es ocupado por aire. Las propiedades aireantes de una mezcla pueden variar según sus ingredientes (contenido de materia grasa, de proteínas, de emulsificantes y de estabilizantes) (Mahaut, *et al.*, 2004).

El papel principal del aire es hacer el helado suave. Las burbujas de aire dispersan la luz y por lo tanto afectan el color y el aspecto. Esta es la razón por la cual el helado aireado es más blanco que la mezcla (Clarke, 2004).

El tamaño de las burbujas de aire influye mucho sobre la textura: las burbujas grandes confieren al helado una textura de nieve, mientras que las pequeñas imparten una textura cremosa. Con unas burbujas de tamaño medio de 60 a 100 x 10⁻⁶ m se obtiene un helado con una buena textura (Mahaut, *et al.*, 2004).

En la Figura 1.7 se muestran distribuciones de tamaño de la burbuja de aire en tres diversas etapas; al final de la congelación parcial (-7°C), al final de la congelación profunda (-15°C) y después de sostener un abuso térmico a -10°C por cinco días. El tamaño de la burbuja de aire es inicialmente 23 µm, la dispersión de las burbujas de aire pequeñas (como otras dispersiones) tiene una tendencia inherente a volverse burdas, después de endurecer la distribución es más amplia y el tamaño promedio es 43 µm, durante el abuso térmico, este aumento a 84 µm y la distribución llega a ser muy amplia, con una pequeña cantidad de cristales hasta 100 µm (Clarke, 2004).

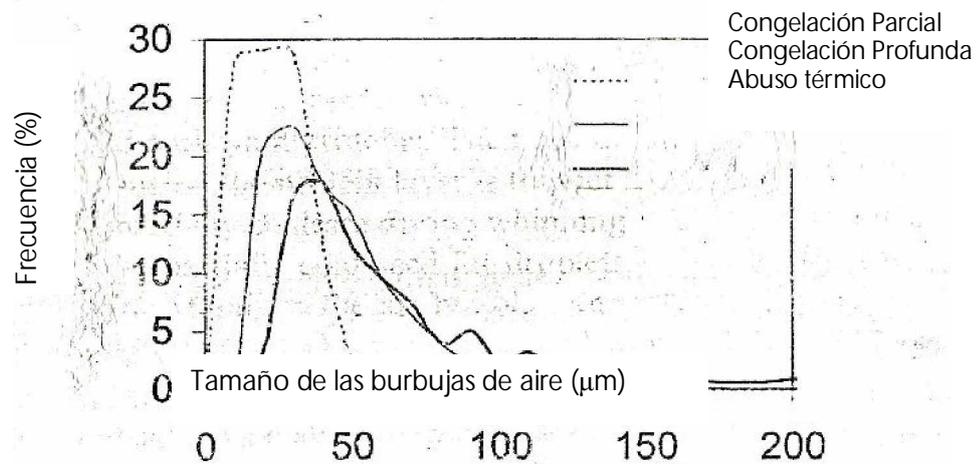


Figura 1.7 Distribuciones de tamaño de la burbuja de aire en helado después de la congelación parcial, después de la congelación profunda y después de sostener un abuso térmico. *Fuente: Clarke, 2004.*

Los dos mecanismos para que las burbujas de aire sean gruesas o burdas son la fusión y la desproporción.

La fusión ocurre cuando dos burbujas entran en el contacto y la película entre ellos se rompe, como con los glóbulos de grasa.

La desproporción ocurre porque la presión dentro de una burbuja es más grande que en el exterior.

Hay dos mecanismos por los cuales las burbujas de aire en helado son estabilizadas contra tamaños gruesos o burdos: el primer mecanismo se presenta de la adsorción de proteínas en la superficie de la burbuja de aire, que baja la tensión superficial, la parte hidrofílica de la proteína se une a la fase dispersante y la parte hidrofóbica en la superficie del aire, esto reduce la fusión por la estabilización estérica. El segundo mecanismo es debido a la adsorción de glóbulos de grasa en la superficie de la burbuja de aire. La presencia de la grasa sólida es por lo tanto esencial para estabilizar la espuma, los glóbulos de grasa pequeños y parcialmente unidos se fijan por adsorción en la superficie de la burbuja de aire, con lo cual estabilizan las burbujas de aire formando una barrera

entre ellas. También aumentan la viscosidad de la fase dispersante (puesto que son partículas sólidas suspendidas), que consolida las películas de la fase dispersante entre las burbujas y obstaculiza la fusión (Clarke, 2004).

1.1.6.2.3 Hielo.

La cinética de cristalización del agua desempeña un papel determinante en la textura y estabilidad del helado durante el almacenamiento. (Mahaut, et al., 2004).

1.1.6.2.3.1 Características de los cristales.

Las características de los cristales dependen de tres factores (Mahaut, et al., 2004):

- ✓ *El sobre-enfriamiento.* El descenso de la temperatura implica la cristalización de una parte del agua; en consecuencia, los solutos de la mezcla se concentran en la fase líquida. El contenido en solutos determina el punto de congelación, que es más bajo cuanto mayor es la concentración de solutos.
- ✓ *La nucleación:* Determina las características de la fase congelada (número y tamaño de los cristales). Para obtener un helado untuoso y estable, es necesario crear el mayor número posible de cristales durante la etapa inicial de congelación. Existe una estrecha relación entre la tasa de cristalización y el crecimiento de los cristales en función del enfriamiento (Ver fig. 1.8. El punto A corresponde al punto de congelación de la mezcla: -2,5 a -3,5°C según la formulación. Cuanto más disminuye la temperatura por debajo de este punto de congelación, más rápida es la cristalización. Los núcleos solamente se forman en gran número cuando la temperatura desciende a un valor representado por el punto B; entre A y B, se forman cristales de gran tamaño. Para obtener muchos y pequeños cristales, la temperatura debe ser muy inferior al punto de congelación y el enfriamiento tiene que ser lo más rápido posible. Para conseguir una textura fina, hay que estar entre C y

D; la tasa de nucleación es elevada y el crecimiento de los cristales es limitado. El diámetro de los pequeños cristales es del orden de 10 a 20×10^{-6} m.) (Mahaut, *et al.*, 2004).

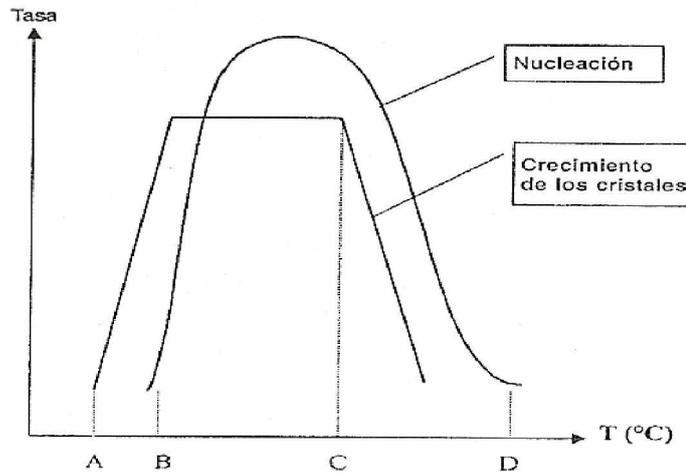


Figura 1.8 Influencia de la temperatura sobre la nucleación y el crecimiento de los cristales de hielo. *Fuente: Mahaut, et al., 2004.*

- ✓ **Crecimiento de los cristales.** El tamaño de los cristales de hielo depende de la intensidad del batido y de la velocidad con que se enfría durante la congelación parcial; cuanto más rápido es la congelación, más pequeños son los cristales, la congelación lenta causa que los cristales de hielo aumenten de tamaño aproximadamente al doble que en la congelación rápida, los cristales de más de 60×10^{-6} m de diámetro son perceptibles en la boca e imparten al producto una textura granulosa.

Inmediatamente después de la congelación parcial (-7°C) ningún cristal de lactosa está presente, debido a que la temperatura está por abajo de la temperatura de saturación de la lactosa; solamente después de la congelación profunda (-15°C) pueden formarse los cristales de lactosa (Walstra, *et al.*, 2006).

1.1.6.2.3.2 Efectos de la congelación: en la estabilidad y características de calidad en el helado.

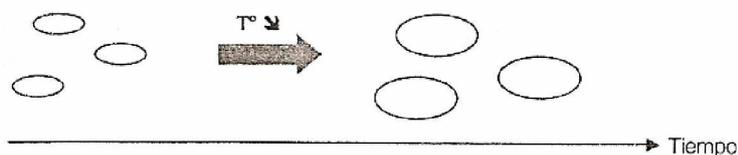
Durante el almacenamiento pueden ocurrir cambios significativos en los elementos estructurales que llevan al producto a perder las características de calidad (Hui *et al.*, 2004).

Las características sensoriales del helado están en función del tamaño del cristal de hielo; si el tamaño de los cristales de hielo aumentan la textura del helado llega a ser menos lisa, cuando los cristales de hielo llegan a ser muy grandes pueden ser detectados individualmente en la boca y la textura llega a ser helada y arenosa (Clarke, 2004).

El tamaño de los cristales puede modificarse durante la vida de anaquel, bien por recristalización o bien por aglomeración de los cristales de hielo (ver fig. 1.9) (Clarke, 2004).

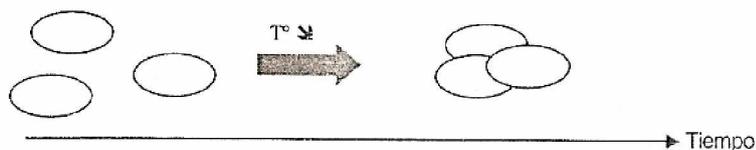
Propagación (durante el endurecimiento en túnel):

crecimiento individual de los cristales de hielo durante el endurecimiento por cristalización del agua circundante.



Agglomeración:

unión de los cristales pequeños para formar un cristal grande cuando la temperatura desciende.



Migración:

fusión de los pequeños cristales y crecimiento de los grandes a partir del agua liberada durante el descenso de la temperatura

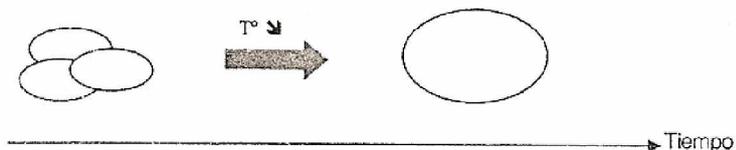


Figura 1.9 Mecanismos del crecimiento de los cristales.

Fuente: Mahaut, *et al.*, 2004.

Recristalización migratoria. El recalentamiento del helado puede dar lugar a la fusión total de los pequeños cristales y la parcial de los más grandes. Por lo tanto, se crean gradientes de concentración en la fase líquida y cuando la temperatura vuelve a descender, los cristales parcialmente fundidos utilizan el agua del entorno y como resultado, aumenta el tamaño de los cristales (Mahaut *et al.*, 2004). La Figura 1.10 muestra la distribución de tamaño del cristal de hielo en una muestra del helado inmediatamente después de endurecerse (recién elaborado) y después de que se abuso deliberadamente de la temperatura completando un ciclo entre -20 y -10°C cada doce horas por tres semanas. (Clarke, 2004).

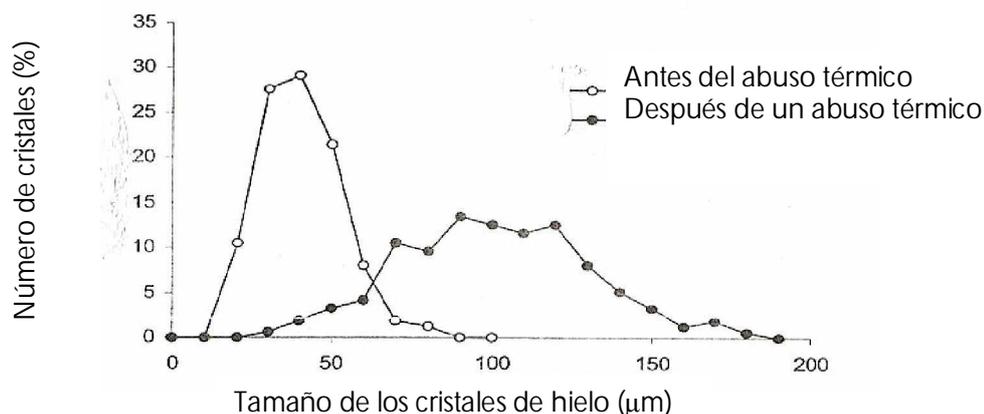


Figura 1.10 Distribución de tamaño del cristal de hielo en una muestra de helado típico (con 7% de grasa) antes y después de un abuso térmico.

Fuente: Clarke, 2004.

El tamaño promedio del cristal de hielo en la muestra es $40 \mu\text{m}$, después de que se abuso de la temperatura este ha aumentado a $100 \mu\text{m}$ y la distribución que se tiene es más amplia lo que lo hace granular. La recristalización da lugar a un aumento en el tamaño promedio y a una disminución del número total de los cristales de hielo, mientras que el volumen total de la fase del hielo no cambia. El índice de la recristalización depende de la temperatura: cuanto más baja es el temperatura, más lenta es la recristalización y conduce a una deterioración en la calidad del helado (Clarke, 2004).

La velocidad de recristalización en el helado durante el almacenamiento y distribución depende de numerosos factores, incluyendo el estado inicial de los cristales de hielo en el helado, la temperatura y fluctuaciones de temperatura durante el almacenamiento y los factores de la formulación (Hui *et al.*, 2004).

De Los factores de formulación que influyen en la recristalización, los estabilizadores y los azúcares son los más importantes. De hecho, los estabilizadores adicionados al helado principalmente controlan la cristalización durante el almacenamiento. Muchos mecanismos potenciales se han comentado, estos incluyen un incremento en la viscosidad de la fase sin congelar, la inhibición específica de la velocidad de crecimiento de los cristales de hielo, la obstrucción física debida a la formación de una estructura de un gel débil, un cambio en las propiedades térmicas del helado debido a la adición de los estabilizadores y una disminución perceptible del hielo debido a la adición de los estabilizantes. Es posible que cada uno de estos mecanismos potenciales juegue un rol en el efecto de los estabilizantes en la recristalización. El tipo de edulcorante usado en la formulación influye en la velocidad de cristalización (Hui *et al.*, 2004).

Aglomeración. Se produce como consecuencia de un choque térmico que implica una dilución de la fase crioconcentrada y un descenso de la viscosidad: los cristales más móviles se aproximan entre sí. Cuando la temperatura vuelve a bajar, los cristales se fusionan movilizandando el agua periférica no congelada (Clarke, 2004).

La cantidad apropiada de sólidos totales de la mezcla reduce la cantidad de agua a congelar, retarda el crecimiento de cristales y la incorporación de aire es más rápida durante el proceso de congelación y se baja el punto de congelación (Soto, 2006).

1.1.7 CALIDAD.

Existen distintos elementos que participan en la calidad del helado; el número y tamaño de las burbujas de aire, de los cristales de hielo y los glóbulos de grasa además de las propiedades reológicas de la fase acuosa.

1.1.7.1 Reología.

La reología del helado es muy compleja: depende del número, el tamaño y la forma del hielo suspendido, las partículas de la grasa y de aire, la concentración de las azúcares, las proteínas y los polisacáridos, y la temperatura, otros factores puede también tener efectos, por ejemplo, las partículas de cacao pueden hacer las mezclas del helado sabor chocolate más viscoso. La mayor parte de estos factores cambian perceptiblemente durante el proceso de fabricación. Se crean las partículas del hielo, de la grasa y de aire, la concentración de la solución aumenta y disminuye la temperatura, consecuentemente la viscosidad del helado aumenta en varias órdenes de la magnitud (Clarke, 2004).

El estudio de la reología de los helados comienza por el conocimiento de la viscosidad de la mezcla. Este elemento corresponde a la mezcla inicial antes del enfriamiento y maduración, la viscosidad de una mezcla varía de 5 a 30×10^{-3} PI. Cuanto mas elevada sea la viscosidad se necesita más energía para la congelación, sin embargo, debe alcanzar un valor bastante alto para permitir una buena retención de aire. Las mezclas tienen un comportamiento reológico de tipo pseudoplástico (Roudot, 2004).

Se mide por métodos clásicos principalmente, viscosímetro Brokfield o de capilar.

1.1.7.2 Textura.

Uno de los aspectos a tener en cuenta para definir la calidad del helado es que tenga la textura apropiada, este es un concepto inicialmente visual, y después se percibe en la boca al consumirlo (Soto, 2006).

La microestructura de los cristales de hielo, de los glóbulos de grasa y de la matriz es fundamental para las características sensoriales del helado (Clarke, 2004).

Se considera que la textura es la optima cuando: el conjunto de componentes proporciona una estructura cremosa, uniforme, ligera y suave, por lo que se refiere a la disposición y dimensión de las partículas que lo componen,

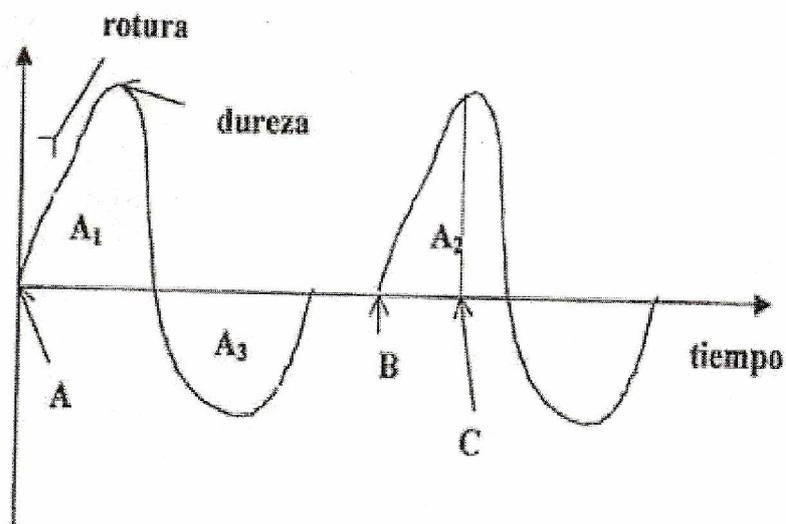
cuando las partículas sólidas son lo suficientemente pequeñas para no ser detectadas en la boca (Soto, 2006).

Los factores que permiten una textura más suave y agradable son: la composición de la mezcla, el método de elaboración, los ingredientes usados, la forma de congelación, la rapidez de endurecimiento y las condiciones de almacenamiento (Soto, 2006).

Por lo general, para alimentos semisólidos en vez de textura se habla de consistencia, la cual es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Anzaldúa, *et al*, 1994).

El Texturómetro es el equipo en donde generalmente se realiza la simulación de la deformación del alimento en el paladar, de la medición se obtiene un gráfico, la forma de la curva fuerza versus tiempo en este tipo de aparato es la que se muestra a continuación (ver Fig. 1.11).

Fig. 1.11 Curva característica del texturómetro.



Fuente: <http://mazinger.sisib.uchile.cl>

Cuando parte la aplicación de la fuerza hasta alcanzar el máximo que es la fuerza de ruptura (dureza: es la fuerza necesaria para una deformación dada) puede que se produzca una acomodación del material a la fuerza aplicada,

notándose un salto en la curva, lo que se denomina rotura (fracturabilidad). La fuerza empieza a bajar y puede que se produzca el área bajo el eje tiempo (A_3) y al empezar el ciclo de nuevo se repitan las curvas ya vistas.

En este tipo de ensayo se definen:

- Cohesividad (Se refiere a que tanto puede deformarse el material antes de romperse) = A_2/A_1
- Elasticidad = B-C
- Adhesividad (el trabajo necesario para vencer las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y la superficie de los otros materiales con los que el alimento entra en contacto) = Dureza x Cohesividad x Elasticidad

1.1.7.3 Índice de aireación (Overrun).

El índice de aireación del helado nos da la cantidad de aire incorporada a la mezcla en tanto por ciento sobre la misma, en volumen (Madrid y Cenzano, 2003). La cantidad de aire incorporado en la espuma es reportado en términos del overrun (Clarke, 2004).

El overrun es el ratio del volumen del gas (V_{gas}) al volumen del líquido (V_{liq}) expresado en porcentaje:

$$\text{Overrun} = \frac{V_{gas}}{V_{liq}} \times 100 = \frac{V_{espuma} - V_{liquido}}{V_{liquido}} \times 100$$

Una espuma que tiene dos veces el volumen del líquido del cual esta hecho tiene 100% de overrun.

La viscosidad es importante, si es demasiado viscoso es difícil batirla y por lo tanto incorporar aire pero si no es lo suficientemente viscoso la película entre las burbujas de aire rápidamente se vaciarían y las burbujas colapsarían (Clarke, 2004).

1.1.7.3.1 Influencia de la aireación en la calidad del helado.

Cuanto más aire se incorpore al helado, más bajo será su costo, pero por otra parte una aireación excesiva puede ir en fuerte detrimento de la calidad final del producto. Un helado con un porcentaje muy alto de aire puede dar una sensación mala, como de poca consistencia, que no tiene cuerpo y que se deshace en la boca sin apenas dejar sensación (Madrid y Cenzano, 2003).

1.1.7.4 Determinación de Densidad.

La densidad de la mezcla puede calcularse de la siguiente forma (Hui *et al.*, 2004):

$$\frac{\text{pesporlitrodeagua}}{\frac{\%grasa}{100} \times \left(\frac{\%solidos\text{ totales}}{100} - \frac{\%grasa}{100} \right) \times 0.6329 + \frac{\%agua}{100}} = \text{pesporlitrodemezcla}$$

Y la densidad del helado puede ser calculada con la siguiente ecuación (Hui *et al.*, 2004):

$$\frac{\text{densidad de la mezcla}}{\left(\frac{\text{overrun}}{100} + 1 \right)} = \text{densidad}$$

1.1.7.5 DEFECTOS EN EL HELADO.

El producto final debe tener la apariencia deseado por el consumidor. Desde un punto de vista estructural, esto implica el control de cristalización del hielo, la incorporación de aire y la desestabilización de la grasa (Hui *et al.*, 2004).

1.1.7.5.1 Defectos de sabor.

Los defectos de sabor son clasificados de acuerdo con el origen e incluye a aquellos asociados con el sistema de sabor (carente de sabor, demasiado sabor o sabor no natural), el sistema de dulzor (carente de dulzor, demasiado dulce, sabor del jarabe), los ingredientes lácteos (acidez, salado, carente de frescura, ingredientes a punto de caducar, rancidez), el proceso (cocido: causado por de

productos lácteos calentados a temperaturas muy altas o por usar excesiva temperatura alta durante la pasteurización. Este sabor puede desaparecer con el tiempo, es igual al defecto de cocido en la leche fluida) y otros (del almacenamiento, etc) (Hui *et al.*, 2004).

1.1.7.5.2 Defectos en el cuerpo y textura del helado (Hui *et al.*, 2004, Soto, 2006).

- Textura gruesa: debido a la presencia de los cristales de hielo de tal tamaño que son sensibles cuando se come el helado.
- Cuerpo desmenuzable: característica escamosa o nevosa.
- Textura Porosa: helado con pequeñas cavidades no homogéneas y textura más ligera de lo que corresponde a su volumen.
- Cuerpo gomoso: este defecto es el contrario de desmenuzable en que imparte una apariencia masuda como cuerpo.
- Textura arenosa: causado por la cristalización de la lactosa (ver 1.1.4.2) textura desagradable, la lactosa cristalizada no se derrite en la boca.
- Cuerpo débil: derretimiento rápido a líquido acuoso.

1.1.7.5.3 Defectos en las características de calidad de fusión (Soto, 2006).

1. Fusión parcial o por partes: Puede ser debido a las partículas grasas visibles o debido a la coagulación de las proteínas de leche.

2. Que no se funda: tener la estructura del helado, por debajo de la temperatura de fusión y la desestabilización de la estructura de la grasa.

1.1.7.5.4 Defectos de color (Soto, 2006).

1. Color desigual.
2. Color no natural.

1.1.7.5.5 Pérdida de volumen.

En algunas situaciones, el helado que no tiene el endurecimiento adecuado presenta pérdida de volumen, el helado se reduce en el envase generalmente alejándose de la tapa y/o de los lados del envase.

Muchos parámetros han sido implicados en el mecanismo de encogimiento, incluyendo factores de la formulación como uso de proteínas inapropiadas, emulsificantes y estabilizadores, y factores externos como la presión atmosférica (Hui *et al.*, 2004).

La reducción de volumen resulta de la pérdida y separación de las burbujas de aire que se unen y forman canales continuos que eventualmente conducen a que el producto colapse dentro de los canales (Hui *et al.*, 2004). Estructuralmente las burbujas esféricas de aire se pierden y forman canales continuos de aire.

1.1.8 LEGISLACIÓN VIGENTE EN VARIOS PAISES.

Cada país tiene una legislación propia de los productos alimenticios por medio de la cual se regulan las condiciones y características que deben cumplir los alimentos para denominarse como lo indica la norma.

En el caso del helado existen distintas legislaciones dependiendo del país, cada país tiene su normatividad, es importante conocerlas para que el producto cumpla con la normatividad vigente y pueda ser comercializada, en el caso de posibilidad de exportación es fundamental conocer las regulaciones del país al cual se desea exportar el producto.

Las legislaciones vigentes en distintos países son las siguientes:

- En México está la Norma Oficial Mexicana NOM-036-SSA1-1993, bienes y servicios. Helados de crema, de leche o grasa vegetal, sorbetes y bases o mezclas para helados. Especificaciones sanitarias.
- En Estados Unidos se encuentra en el Code of Federal Regulations, Title 21 – Food and Drugs, Sección 135.110. Ice Cream and Frozen Custard.
- Venezuela: Norma Venezolana COVENIN 2392:1997 (2da revisión) Helados y mezclas para helados.

- Colombia: Norma Técnica Colombiana NTC 1239.
- Argentina: Código Alimentario Argentino Ley 18.284, Cap. XII; Helados y polvos para prepararlos.
- España: Reglamentación Técnico-sanitaria para la elaboración, distribución y comercio de helados y mezclas envasadas para congelar.
- Perú: Norma Técnica Peruana: ITINTEC 202.057 Diciembre, 1975.

1.2 DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.

1.2.1 DEFINICIÓN.

El proceso de desarrollo de nuevos productos alimentarios es una secuencia ordenada de subprocesos, que transforman las necesidades y expectativas de los consumidores en un producto final (Mac Swiney, 2006).

Un nuevo producto, de acuerdo a la clasificación hecha por Litchfiel, es:

- a) Un producto existente que ha sido introducido en un nuevo empaque y que ha recibido un nuevo nombre e imagen.
- b) Una versión mejorada de un producto existente, que puede o no tener un nuevo empaque y/o nombre.
- c) Un producto nuevo, totalmente enfocado a satisfacer una necesidad específica del cliente.

1.2.2 IMPORTANCIA DEL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.

El entorno industrial que caracteriza en la actualidad a los países desarrollados está fomentando una fuerte concentración en el desarrollo de nuevos productos, a lo que contribuyen de manera específica el reto de las empresas en considerar la naturaleza global de sus mercados y la necesidad de hacer frente a la creciente competitividad existente. En la actualidad se considera al desarrollo de nuevos productos como uno de los puntos clave de la operación de la empresa, pues es precisamente donde las mejoras pueden producir buenos resultados. El desarrollo de nuevos productos de una forma innovadora fue

necesario después de constatar que los sucesivos intentos de reducir gastos generales o de mejorar la eficiencia de la producción de productos existentes tenían un potencial limitado (Hidalgo, 2002).

1.2.3 ÁREAS PRINCIPALES INVOLUCRADAS EN EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.

Ha habido una tendencia en el pasado de asignar las actividades técnicas llevadas a cabo en el proceso de desarrollo de un nuevo producto a I+D (investigación y desarrollo), pero no todas las actividades técnicas realizadas durante el proyecto pertenecen al área de I+D; algunas de ellas, tales como, la elaboración de muestras del producto para realizar pruebas de mercado, y el inicio de la producción son claramente competencia de operaciones, por lo que esta función también debe ser considerada (Song *et al.*, 1997). Por tanto, podemos decir que mercadotecnia, I+D y operaciones son las tres principales áreas de una empresa comprometidas en el desarrollo de un nuevo producto (Song *et al.*, 1997; Xie *et al.*, 1998). Cada área trabaja con un fin específico ver Tabla 1.9.

TABLA 1.9 Diferencias entre mercadotecnia, I+D y operaciones.

Objetivos	Nuevos productos	Nuevos productos	Eficiencia en la producción y minimizar costos.
Recompensa	Por crear y mantener mercados y consumidores satisfechos	Por crear nuestro productos	Utilización eficiente de recursos, minimizar costos, estándares de calidad (obligaciones).
Productos	Amplias líneas de productos	Productos revolucionarios y patentables	Líneas de productos estrechas
Inventarios	Elevados		Just-in-time
Demandas	Respuestas rápidas	Perfección en el diseño del producto	Pronóstico de ventas exactas y especificación de diseño definitivo

Fuente: Song, et al (1997) y Minguela, et al (2000).

1.2.4 PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL DESARROLLO DE UN NUEVO PRODUCTO.

El continuo incremento de la complejidad, tanto a nivel interno como externo de la empresa, incluido el mercado, ha implicado que el proceso de desarrollo de nuevos productos haya incorporado de forma progresiva diferentes técnicas, herramientas y metodologías que permiten alcanzar los objetivos de forma eficiente mediante una planificación precisa, lo que ha llevado a la identificación de un conjunto de principios básicos sin los cuales el punto de partida de las actividad para el desarrollo de un nuevo producto no estaría bien establecido. Estos principios básicos son los siguientes (Hidalgo, 2002):

- Asumir la creación del nuevo producto como un factor estratégico dentro de la organización.
- Mantener un equilibrio entre los diferentes objetivos de las funciones internas implicadas en el proceso de desarrollo; ingeniería, producción, mercadotecnia, ventas, finanzas, etc.
- Definir cuáles son los nuevos productos que debe producir la empresa, sus requisitos y los cambios que se deben realizar sobre los productos existentes, lo que implica la estructuración del plan de producción a largo plazo con todas sus acciones y decisiones básicas.
- Diseñar la unidad funcional que se responsabilice de la coordinación y control del desarrollo del nuevo producto.

El desarrollo de nuevos productos es un proceso gradual de reducción de incertidumbre a través de una serie de etapas de resolución de problemas que se desarrollan desde la fase de selección hasta la de lanzamiento al mercado, mediante lo que puede denominarse como el desarrollo en embudo (Figura 1.12) donde al inicio del proyecto se tiene una gran gama de posibilidades y conforme se avanza en el proyecto se va cerrando hasta llegar al producto final.

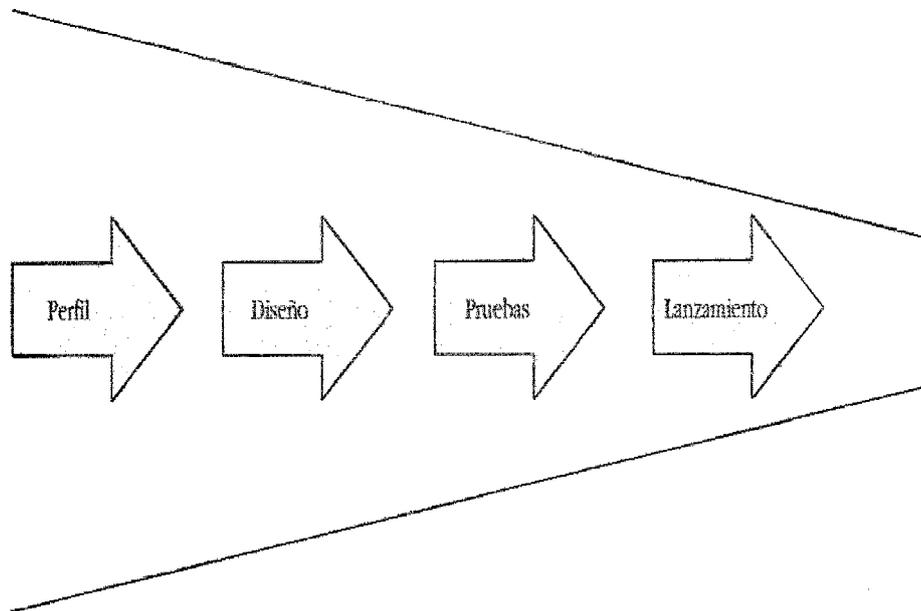


Figura 1.12 El embudo del desarrollo de nuevos productos.

Fuente: Hidalgo, 2002.

1.2.5 MODELOS PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS ELABORADOS POR DISTINTOS AUTORES.

El proceso de diseño, desarrollo o innovación de un producto consiste en una serie de etapas o actividades. Tal proceso comienza con una serie de ideas y finaliza con las especificaciones de un producto (Minguela *et al*, 2000). En la tabla 1.10 se considera el desarrollo de nuevos productos según diversos autores.

Tabla 1.10 Etapas en el desarrollo de nuevos productos según diversos autores.

Autores	Etapas
Clark y Fujimoto (1989)	<ol style="list-style-type: none"> 1. generación del concepto 2. planificación del producto 3. ingeniería del producto 4. ingeniería del proceso
Cooper (1983)	<ol style="list-style-type: none"> 1. idea 2. valoración preliminar 3. concepto 4. desarrollo 5. análisis 6. prueba 7. lanzamiento
Cooper y Kleinschmidt (1986)	<ol style="list-style-type: none"> 1. selección inicial 2. valoración preliminar del mercado 3. valoración preliminar técnica 4. estudio de mercado detallado/investigación del mercado 5. análisis del negocio/financiero 6. desarrollo del producto 7. análisis del producto en la propia empresa 8. análisis del producto con el consumidor 9. prueba de mercado/intento de venta 10. prueba de producción 11. análisis del negocio previo a la comercialización 12. inicio de la producción 13. lanzamiento al mercado
Urban y Hauser (1993)	<ol style="list-style-type: none"> 1. identificación y selección de ideas 2. diseño del producto 3. prueba 4. comercialización 5. control posterior al lanzamiento
Otros autores	<ol style="list-style-type: none"> 1. generación de ideas 2. selección 3. diseño preliminar 4. construcción y prueba del prototipo 5. diseño final

Fuente: Minguela, et al (2000), p. 169

El Método Meyer es un modelo para el Proceso de Desarrollo de un Nuevo Producto (Figura 1.13), el cual sigue siendo una secuencia de etapas tal y como se muestra a continuación (Morales, 1991):

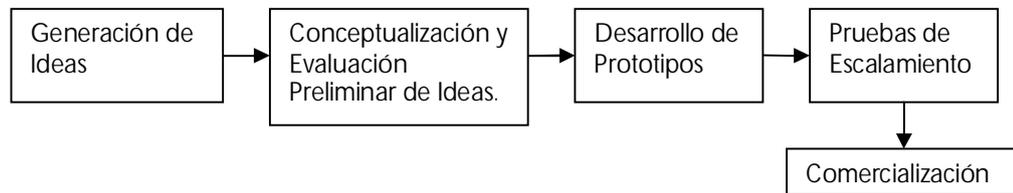


Figura 1.13 Método Meyer.

Fuente: Morales, 1991.

1.2.6 ETAPAS DEL PROCESO DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.

1.2.6.1 Requisitos previos:

La planificación es el punto de partida necesario para el desarrollo con éxito de cualquier nuevo producto (Hidalgo, 2002).

Definición de políticas y estrategias sobre nuevos productos; la empresa cuenta con distintas opciones para satisfacer las necesidades del mercado (Mac Swiney, 2006).

Política 1: satisfacer un grupo de necesidades fijas de los clientes habituales, mediante productos con alguna característica nueva. Ejemplo: variedades innovadoras y extensiones de línea.

Política 2: descubrir nuevas necesidades de los clientes habituales, y desarrollar y producir productos nuevos para satisfacerlas.

Estrategias del producto (Hidalgo, 2002):

1. Identificar los nichos de mercado donde la empresa pueda añadir valor al producto.
2. Crear nuevas oportunidades de mercado mediante productos innovadores.

3. Asegurar que el nuevo producto ofrezca los mejores niveles de fiabilidad, satisfacción y calidad.
4. Ofrecer nuevos productos de calidad aceptable con los precios más bajos posible e intentar conseguir, al mismo tiempo, el máximo volumen de ventas.

Conocer al consumidor. Este es un factor clave para el desarrollo de nuevos productos alimentarios; es una condicionante del éxito o fracaso del nuevo producto. El éxito de un nuevo producto dependerá del grado de conocimiento que tenga la empresa sobre el mercado que pretende (Mac Swiney, 2006). En esta actividad del proceso de desarrollo del nuevo producto se debe perseguir conocer el tipo de cliente que va a comprar el nuevo producto, porqué le gusta o disgusta el producto y cómo pueden evolucionar sus necesidades en el futuro (Hidalgo, 2002). La empresa debe investigar no sólo las necesidades del consumidor, sino entender las razones por las cuales compra, los lugares donde suele hacerlo o dónde estaría dispuesto a hacerlo. Es importante saber quién es quien lleva a cabo la compra, a quién va destinada y cuándo se realiza. La investigación de mercados es una herramienta de la mercadotecnia que permite a la empresa tomar decisiones, a través del manejo y análisis de información (Mac Swiney, 2006).

1.2.6.2 Etapa de conceptualización.

Generación de ideas: Las ideas de nuevos productos pueden tener distintos orígenes, de fuentes internas o bien fuentes externas (Morales, 1991). Pueden ser el resultado de una simple ocurrencia o generarse tras el análisis de las necesidades de cliente y, mediante algunas técnicas, idear como satisfacer esa necesidad. También pueden surgir de la observación de las tendencias en otros mercados o de alguna innovación tecnológica (Mac Swiney, 2006). Entre las fuentes externas se encuentran las aportaciones de agencias publicitarias, proveedores de materiales, consultores independientes, investigaciones en centros universitarios, exposiciones de alimentos, grupos de consulta con consumidores, innovaciones tecnológicas, nuevos ingredientes, información

técnica, conferencias, etc. (Morales, 1991). Las fuentes internas son las áreas de investigación y desarrollo, fuerza de ventas, mercadotecnia, dirección general, etc. (Morales, 1991).

Análisis y tamizado de ideas: Un análisis adecuado debe ser realizado por un grupo multidisciplinario y cada una debe analizarse bajo, al menos cinco enfoques. Estos incluyen: potencial en mercado, factibilidad técnica, financiera y de comercialización y aspectos regulatorios. Tras el análisis y tamizado deben ser seleccionadas algunas ideas, que satisfagan los requisitos de los cinco enfoques mencionados (Mac Swiney, 2006).

Conceptualización de las ideas y verbalización del concepto; una vez que han sido generadas una serie de ideas, es necesario conceptualizarlas, esto es, identificar aquellas ideas que posean un concepto de mayor potencial y que por otro lado, logren satisfacer o cubrir las necesidades del consumidor y del mercado (Morales, 1991). Deben ser específicos, concretos, entendibles y redactados de manera clara (Mac Swiney, 2006).

Validación de concepto y análisis de potencial en el mercado: Los conceptos deben ser validados con consumidores o con el usuario final del producto (Mac Swiney, 2006).

1.2.6.3 Etapa de Ejecución.

Definición de datos o requisitos de entrada; allí se establecen los requisitos que debe cumplir el desarrollo. Deberá incluir el concepto del producto; los atributos del producto (sabor, color, textura, apariencia, etc.) así como sus características funcionales (empaque, limitaciones de formulación, abastecimiento seguro de las materias primas, tecnología, etc.), las variedades y presentaciones, los objetivos comerciales, los aspectos financieros y regulatorios que deben cuidarse (analizar la legislación que afecta al nuevo producto a los efectos de apoyar su desarrollo interno (Hidalgo, 2002), entre otros, y debe estar delimitado en tiempo, es decir, debe definir cuándo se debe estar listo con el producto (Mac Swiney, 2006, Morales, 1991).

Planeación; se deben elaborar planes de acción que identifiquen claramente las tareas clave que deben realizarse para cumplir las fechas objetivo de lanzamiento (Mac Swiney, 2006).

Ejecución del desarrollo; implica la transformación del concepto en prototipos físicos del mismo. Durante esta etapa deben realizarse pruebas o escalamientos a nivel laboratorio, piloto e industrial y deben hacerse estudios de estabilidad, vida útil, etc. (Mac Swiney, 2006).

Desarrollo de Prototipos. Los prototipos de las primeras formulaciones que son previamente establecidas de una formulación base nos servirá de punto de partida para el ajuste de ingredientes. Para lograr la optimización de los prototipos y saber hacia donde debemos mover la formulación para llegar al objetivo o concepto buscando, se recurre a la evaluación sensorial, empleando la prueba adecuada para cada prototipo que se está evaluando (Morales,, 1991). Existen una serie de componentes claves en cada formulación: aditivos, ingredientes funcionales. Etc., particularmente cuando se efectúa el proceso de elaboración con el cual se llevará el producto a las pruebas de escalamiento a nivel piloto o industrial, además que desde el punto de vista de la formulación se busca el mejor producto en base a su costo-beneficio (Morales, 1991).

El escalamiento, es una etapa muy importante para lograr desarrollar un Nuevo Producto con éxito, cuyo objetivo es hacer factible que esa “Maravillosa Creación” desarrollada en el laboratorio de Investigación y Desarrollo, también lo sea cuando ésta se produzca a nivel industrial con la misma calidad y atributos con los cuales originalmente es creada (Morales, 1991).

En la práctica, la etapa de Escalamiento se lleva a cabo en dos fases:

1) Un escalamiento de Laboratorio a nivel Piloto con el propósito de simular y observar de manera aproximada, cuál será el comportamiento del prototipo desarrollado en el Laboratorio, cuando éste se desee elaborar a nivel industrial. En este paso se deben identificar los problemas potenciales en la línea, además a este nivel de planta piloto, es posible detectar problemas potenciales, ya sea de

formulación o de proceso durante la manufactura del producto, así como algunos requerimientos específicos en cuanto a instalaciones, diseño, capacidad y del tipo de equipo necesario para este proceso (Morales,, 1991).

Una vez que se ha efectuado la primera corrida experimental en la planta piloto, el producto obtenido deberá evaluarse sensorialmente contra el prototipo elaborado en el laboratorio y determinar si existen o no variaciones entre ambos, mediante la evaluación sensorial, que brinda un importante apoyo para detectar si existen o no diferencias significativas entre ambos productos e incluso para diseñar evaluaciones orientadas a identificar y determinar la magnitud de dichas variaciones con respecto al producto estándar de laboratorio (Morales, 1991).

Después de analizar los resultados obtenidos en estas evaluaciones sensoriales se determina el tipo de ajustes que tanto la formulación, como el proceso ameriten para proceder nuevamente a realizar una o más corridas hasta lograr que el producto obtenido cumpla con las especificaciones previamente establecidas a nivel laboratorio (Morales, 1991).

Cuando se ha logrado obtener la calidad deseada y se ha podido reproducir satisfactoriamente el proceso a nivel piloto, deben iniciarse entonces los primeros estudios y pruebas sobre la estimación de la vida de anaquel del producto formulado en el empaque seleccionado, ya sea mediante experimentos de almacenamiento acelerado, midiendo algún atributo y/o ingrediente especial del producto que pueda ser tomado como parámetro de calidad del mismo (Morales, 1991).

2) La segunda fase del Escalamiento, comprende ahora el paso de planta piloto a nivel industrial. Durante esta segunda fase cualquier posible problema de proceso o desviación en la calidad del producto, deberá detectarse, corregirse y refinarse inmediatamente (Morales, 1991).

Es recomendable que una muestra representativa del lote producido sea sometida a un estudio de vida de anaquel en condiciones mucho más drásticas, para finalmente predecir cuál será su periodo de vida útil en el mercado bajo condiciones normales de almacenamiento (Morales, 1991).

Verificación del desarrollo; se debe realizar la verificación, de acuerdo a los planes de ejecución, para asegurarse de que los resultados del desarrollo cumplen los requisitos de los elementos de entrada del diseño y desarrollo (Mac Swiney, 2006).

Validación del desarrollo. El desarrollo debe ser validado para asegurarse de que el producto resultante es capaz de satisfacer los requisitos para su aplicación específica o uso previsto, cuando sea conocido (Mac Swiney, 2006). Una prueba de mercado es una herramienta básica que nos ayuda a conocer si el producto desarrollado cumple con los requisitos del consumidor, es decir, si satisface plenamente las necesidades de un mercado prefijado (Morales, 1991).

Las pruebas iniciales o en una primera etapa, deben ser realizadas en un “home test” o pruebas de uso en caso, el producto es llevado aun mercado de prueba, esto es, a un micro ambiente controlado, que nos ofrece un simulamiento en el mercado real. La información obtenida de una prueba de Mercado, debe ser analizada y comparada con las expectativas teóricas previstas para fijar finalmente el volumen de contribución al mercado del producto a lanzar (Morales, 1991).

1.2.6.4 Etapa de Implementación.

Planeación de la implementación: una vez que la etapa de desarrollo del producto ha sido concluida satisfactoriamente, la empresa debe decidir si lanzará o no el nuevo producto alimenticio. Si decide lanzarlo debe estructurar un plan de implementación que debe quedar aprobado por la alta dirección (Mac Swiney, 2006). El lanzamiento de un nuevo producto es la etapa crucial y definitiva que significa la consecución de una serie de eventos encaminados al éxito de un producto en el mercado y deberá ser realizado con el menor riesgo posible (Morales, 1991).

Ejecución de adquisiciones e inversiones; de materias primas, materiales de empaque y todos los insumos necesarios para la fabricación del producto. Serán entonces recibidos en planta y evaluados, para determinar su conformidad. Entonces podrán entrar a proceso (Mac Swiney, 2006).

Producción: el nuevo producto será fabricado por primera vez a gran escala y deberá monitorearse, de acuerdo a los planes de inspección, contra los requisitos de las especificaciones (Mac Swiney, 2006).

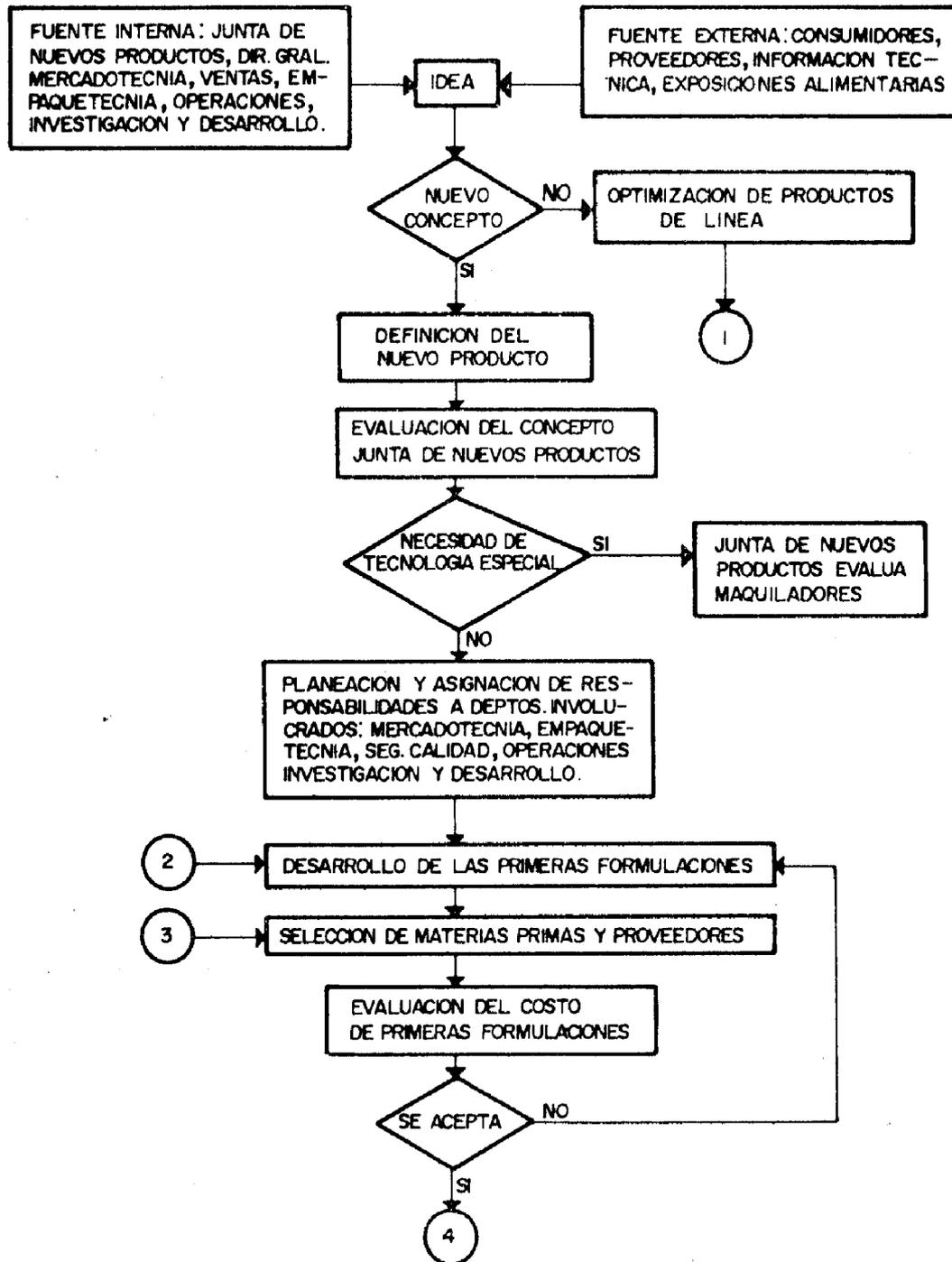
Monitoreo y seguimiento del desempeño en el mercado: durante un período definido de tiempo debe monitorear y medir el desempeño que el producto tiene en el mercado, en base a los objetivos que se plantearon desde el principio (Mac Swiney, 2006).

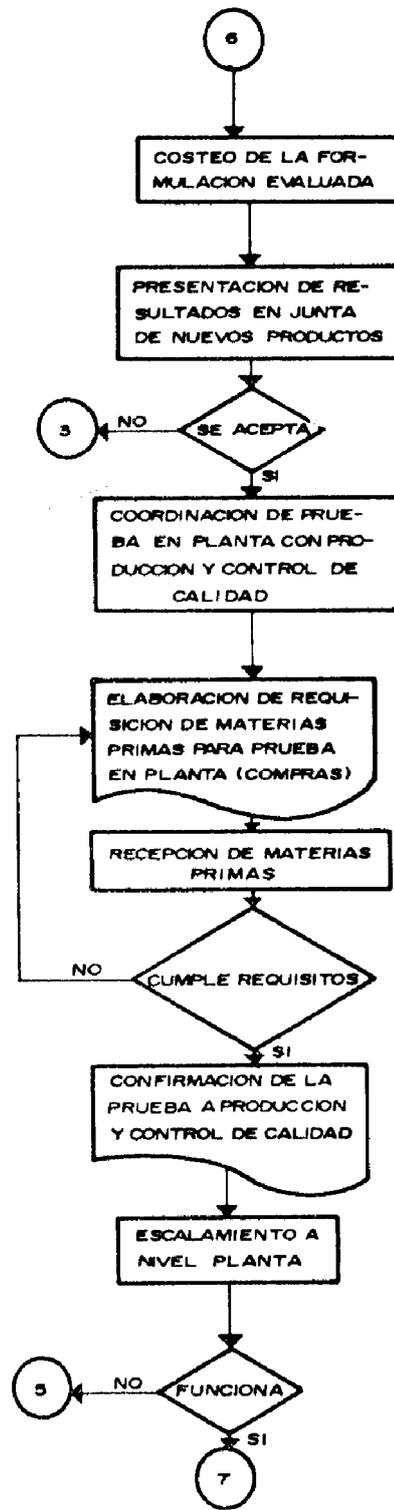
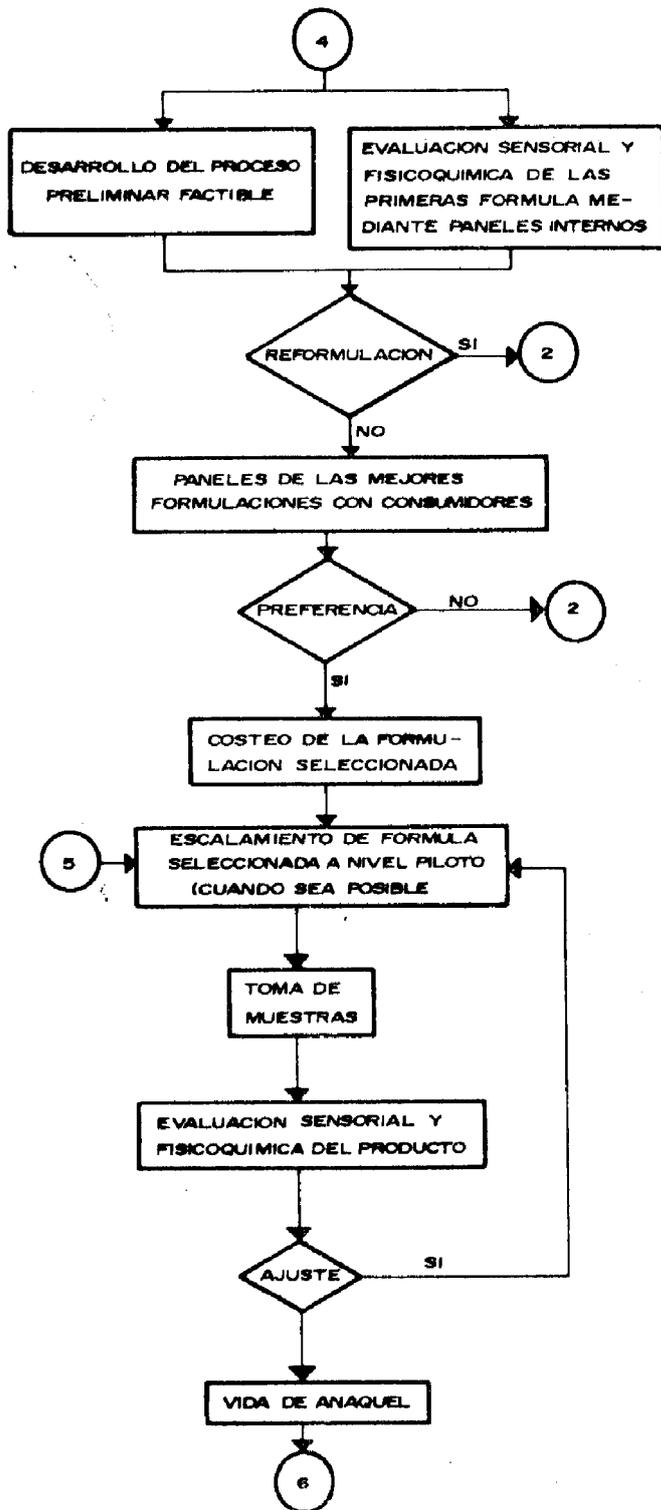
Cierre del proyecto: el proyecto debe ser cerrado y la empresa debe hacer una revisión final que incluya nuevamente aspectos financieros (se debe perseguir identificar un precio de referencias del mercado, lo que permitirá, calculando los márgenes necesarios para un buen resultado financiero, determinar los costes que garantizarán la consecuencia del nuevo producto en las condiciones económicas deseadas (Hidalgo, 2002) y de desempeño del producto. Es recomendable incluir un análisis FODA (Fuerzas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) (Mac Swiney, 2006).

Finalmente el departamento de Investigación y Desarrollo tiene la responsabilidad de elaborar un Manual Técnico específico para el producto desarrollado donde se incluya por lo menos lo siguiente (Morales, 1991):

1. formulación y tamaño de los lotes o unidades.
2. diagrama de flujo del proceso y detalles del equipo.
3. especificaciones de materia prima.
4. especificaciones fisicoquímicas y sensoriales del producto terminado.
5. señalamientos de puntos críticos del proceso y las alternativas de solución.
6. programa de muestreo para llevar a cabo el control de calidad.
7. disposición de producto terminado rechazado.
8. especificaciones de materiales de empaques, es decir, normas de un correcto etiquetado del producto.

A continuación se presenta un ejemplo práctico del proceso de desarrollo de un nuevo producto (Figura 1.14):





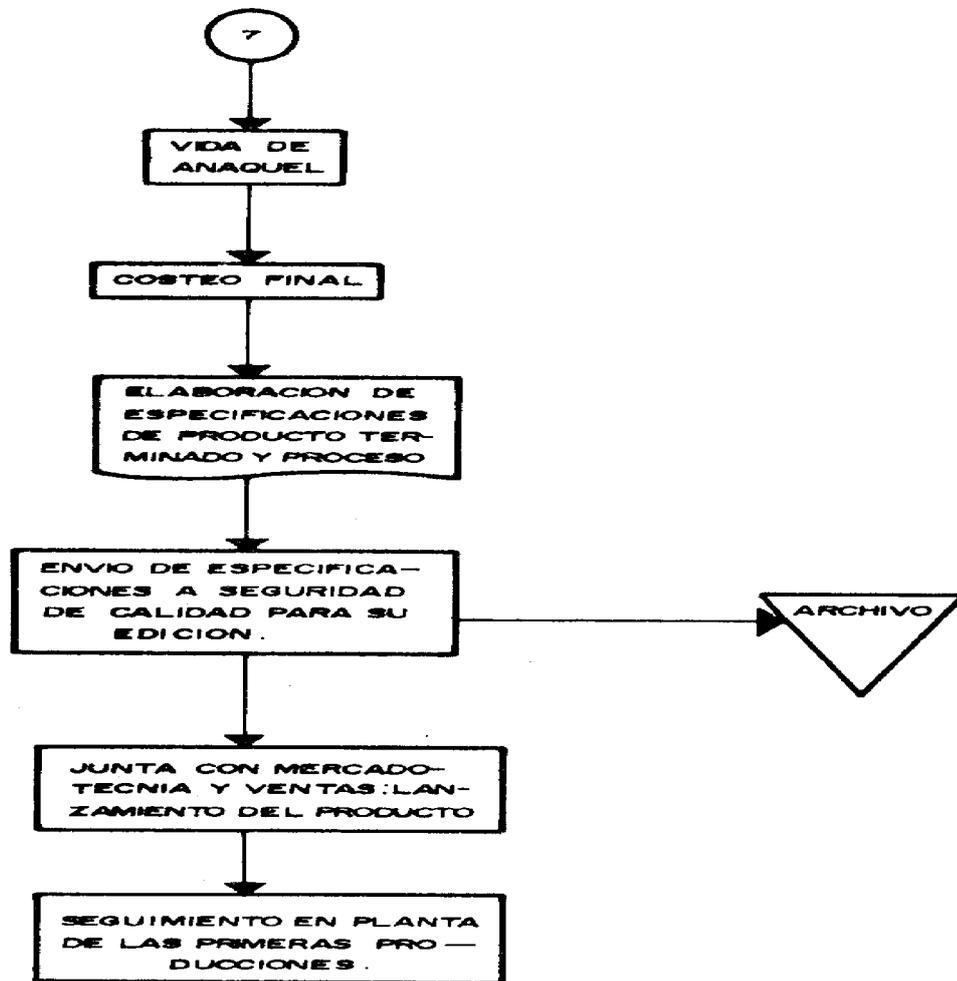


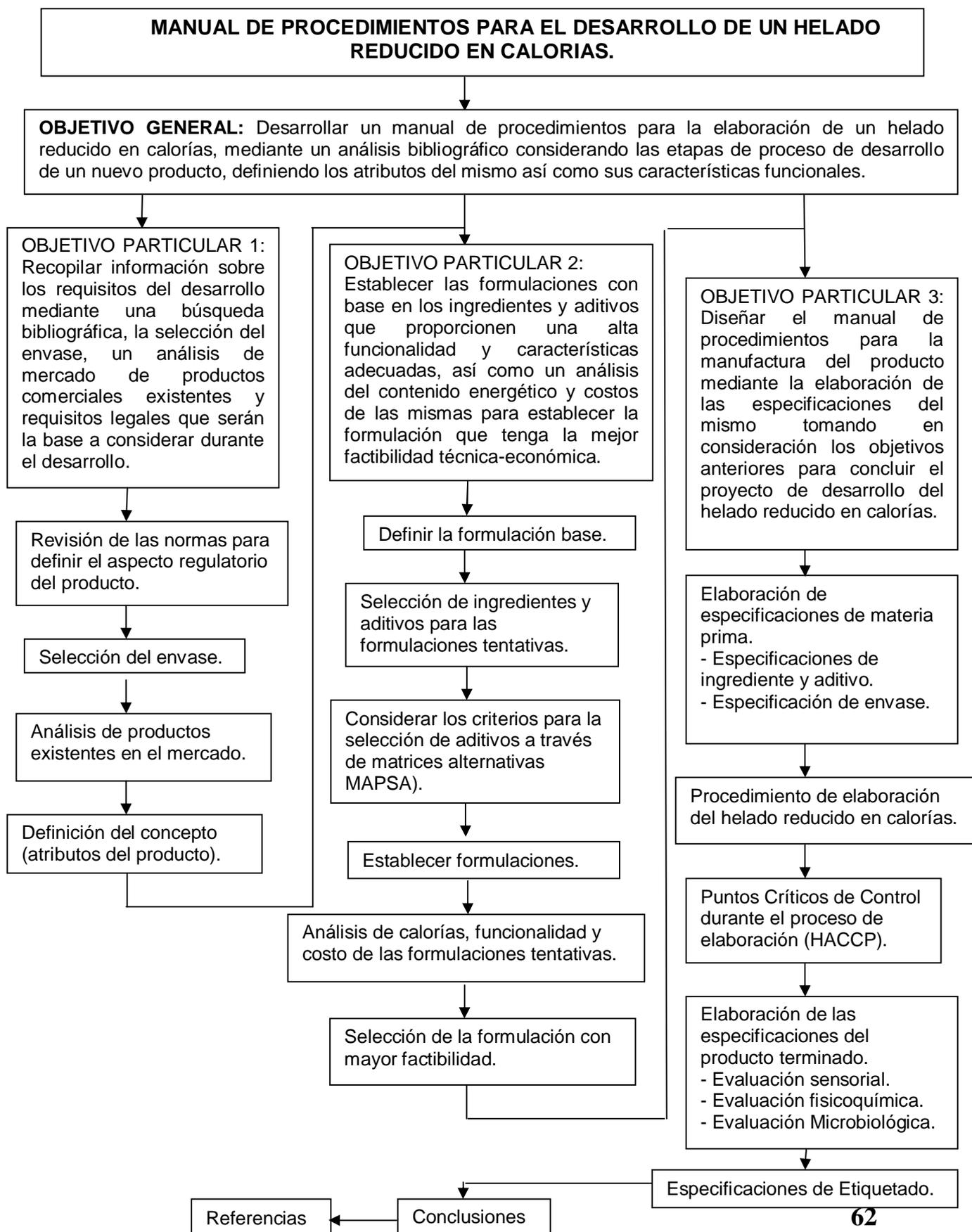
Figura 1.14 Desarrollo de un Nuevo Producto.

Fuente: Morales, 1991

El proceso de desarrollo de nuevos productos alimentarios debe regirse por un plan secuencial bien coordinado, en el que se hayan establecido claramente los objetivos y se hayan identificado las actividades clave. Durante su ejecución debe ser revisado periódicamente y mantener registros de todas las etapas. El proceso descrito es un modelo general y es necesario que cada empresa que desarrolla nuevos productos adecue el mismo y lo plasme dentro del sistema documental, llegando al nivel de especificidad que se requiera (Mac Swiney, 2006).

CAPITULO II. METODOLOGIA

2.1 CUADRO METODOLOGICO.



2.2 OBJETIVO GENERAL Y PARTICULARES.

OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar un manual de procedimientos para la elaboración de un helado reducido en calorías, mediante un análisis bibliográfico considerando las etapas de proceso de desarrollo de un nuevo producto, definiendo los atributos del mismo así como sus características funcionales.

OBJETIVO PARTICULAR 1:

Recopilar información sobre los requisitos del desarrollo mediante una búsqueda bibliográfica, la selección del envase, un análisis de mercado de productos comerciales existentes y requisitos legales que serán la base a considerar durante el desarrollo.

OBJETIVO PARTICULAR 2:

Establecer las formulaciones con base en los ingredientes y aditivos que proporcionen una alta funcionalidad y características adecuadas, así como un análisis del contenido energético y costos de las mismas para establecer la formulación que tenga la mejor factibilidad técnica-económica.

OBJETIVO PARTICULAR 3:

Diseñar el manual de procedimientos para la manufactura del producto mediante la elaboración de las especificaciones del mismo, tomando en consideración los objetivos anteriores para concluir el proyecto de desarrollo del helado reducido en calorías.

CAPITULO III. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 DESARROLLO DEL OBJETIVO PARTICULAR 1

OBJETIVO PARTICULAR 1: Recopilar información sobre los requisitos del desarrollo mediante una búsqueda bibliográfica, un análisis de mercado de productos comerciales existentes y requisitos legales que serán la base a considerar durante el desarrollo.

Algunos de los factores que afectan los cambios en la composición incluyen requerimientos legales los cuales deben ser conocidos y la calidad deseada en el producto final (un aumento en grasa y sólidos totales son usualmente asociados con un incremento en la calidad) (Hui, *et al.*, 2004).

Por lo cual a continuación se desarrollan los puntos importantes para definir el concepto del producto.

3.1.1 REVISIÓN DE LAS NORMAS APLICABLES AL PRODUCTO.

Considerando que el desarrollo se realiza para su venta en México, se buscaron las normas vigentes y que aplican al producto en México.

Específicamente son dos normas las cuales se mencionan a continuación así como los puntos importantes de cada una para definir el aspecto regulatorio del producto sobre el cual se va a basar el desarrollo.

- ✓ Norma oficial mexicana NOM-036-SSA1-1993, bienes y servicios. Helados de crema, de leche o grasa vegetal, sorbetes y bases o mezclas para helados. Especificaciones sanitarias.

Los productos objeto de esta Norma, además de cumplir con lo establecido en el Reglamento, deben ajustarse a las siguientes disposiciones:

- La mezcla para elaborar los helados, sorbetes y bases o mezclas de crema y leche o grasa vegetal debe pasteurizarse de la siguiente forma:

§ Serán sometidas a una temperatura de 79,4°C (352,4 K) durante un tiempo mínimo de 25 segundos, o

§ Someterlas a otra relación de tiempos y temperaturas cuyo efecto sea el mismo, y

En cualquiera de los casos, una vez alcanzados, respectivamente, las temperaturas y tiempos señalados se enfriará bruscamente a 4°C (277 K).

Una vez pasteurizadas las mezclas, éstas deben mantenerse a una temperatura máxima de 6°C (279 K), antes de someterse a congelación.

- *Aditivos.* Para los helados de crema, de leche o grasa vegetal, sorbetes y bases o mezclas para helados se permite el empleo de los aditivos, dentro de los límites que se indican, así como aquéllos que apruebe la Secretaría de Salud de acuerdo a lo establecido en el Reglamento.
- *Envase.* Los productos objeto de esta Norma, se deben envasar en recipientes de tipo sanitario, elaborados con materiales inocuos y resistentes a distintas etapas del proceso, de tal manera que no reaccionen con el producto o alteren sus características físicas, químicas y organolépticas.

✓ Norma oficial mexicana NOM-086-SSA1-1994, bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.

En esta norma se define a los Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición, a los productos a los que se les han introducido cambios por adición, disminución o eliminación de uno o más de sus nutrimentos, tales como hidratos de carbono, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales; y que forman parte de la dieta habitual.

En la norma se establece que: los productos con menor contenido de calorías son aquellos a los que en su elaboración se les ha disminuido parcial o totalmente el contenido calórico, denominándose de acuerdo a lo siguiente:

Producto bajo en calorías: su contenido debe ser menor o igual a 40 calorías/porción.

Producto reducido en calorías: es aquel donde el contenido de calorías es al menos un 25% menor en relación al contenido de calorías del alimento original o de su similar.

Los productos con menor contenido de grasa son aquellos productos a los que se les han reducido parcial o totalmente las grasas.

En el caso de un Producto bajo en grasa: su contenido de grasa es menor o igual a 3 g/porción. Cuando la porción sea menor o igual a 30 g su contenido de grasa debe ser menor o igual a 3g/50g de producto.

En esta norma se define a los productos con menor contenido de azúcar a aquellos a los que se les ha reducido parcial o totalmente el contenido de azúcar. Para denominarse un **producto sin azúcar: su contenido de azúcar debe ser menor a 0,5 g/porción.**

3.1.2 SELECCIÓN DEL ENVASE.

Antes de realizar la selección del envase se deben considerar los puntos claves para elegir el envase más adecuado para el helado, por lo que es importante establecer porque la importancia del envase:

3.1.2.1 El envase en productos congelados (Coles, 2004).

La congelación puede reducir el nivel de los microorganismos susceptibles al frío, no es significativo su efecto sobre el contenido microbiano total de un alimento. Sin embargo, a las temperaturas usuales de congelación, cesan todas las actividades microbianas.

A las temperaturas de congelación, la actividad enzimática puede continuar, aunque a una menor velocidad y con el tiempo puede alterar las propiedades organolépticas del producto.

Además de la actividad enzimática, hay otros muchos cambios físicos y químicos que pueden limitar la vida útil del alimento congelado. La interacción del alimento y su envase es crítica para reducir estos cambios indeseables.

El envase de los productos congelados no tiene que ser tan completo con el de los productos almacenados a temperatura ambiente. La migración de gases tales como el oxígeno, a través del material del envase tiene menos efecto sobre el alimento, porque las reacciones químicas a -19/-25°C tienen lugar a una velocidad muy pequeña. Por ello, apenas se necesitan materiales barrera en el material del envase. Además, dado que los alimentos congelados son sólidos, esto hace que el envase sea más rígido.

El tiempo de almacenamiento de los alimentos congelados depende más de su manejo que de la efectividad del proceso de congelación.

3.1.2.2 Características a considerar para la selección del envase (Clarke, 2004, Coles, 2004).

La opción del material y la estructura del envase son determinadas por varias razones:

- ✓ Funcionalidad: Proteger y preservar el producto durante el almacenaje y la distribución.
- ✓ Seguridad: El envase se debe fabricar en condiciones higiénicas y no debe transferir sustancias tóxicas al producto.
- ✓ Etiquetado: Los envases deben exhibir la información como la lista de ingredientes.
- ✓ Costos de la producción y de distribución: el número de los productos que se pueden colocar sobre una plataforma para el almacenaje y el transporte tiene un efecto significativo en el costo final del producto.

En la Tabla 3.1 se indica la información necesaria para el diseño y desarrollo de envases.

Tabla 3.1 El marco para el diseño y desarrollo del sistema de envasado.

Información para el diseño.
Necesidades del producto.
Necesidades y requisitos en la distribución.
Procesos de producción, maquinaria y materiales de envasado.
Deseos y necesidades del consumidor.
Deseos y necesidades del mercado.
Respecto al medio ambiente.

Fuente: Coles, 2004.

Para conseguir el diseño apropiado de un envase, hay que considerar:

- ✓ Las interacciones entre el envase y el producto.
- ✓ Las características del producto (físicas, químicas, bioquímicas y microbiológicas).
- ✓ Los mecanismos por los que se puede deteriorar el producto.
- ✓ La fragilidad en la distribución.

Los sistemas de procesado y envasado de los alimentos deben mantenerse al día de acuerdo con las exigencias de los consumidores (ver Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Necesidades y preferencias del consumidor en lo relativo a los envases.

Factor	Necesidades
Calidad	Sistema de procesado y envasado que preserven el sabor, aspectos nutritivos, textura, color, frescura, etc.
Información	Que el envase lleve suficiente información sobre el producto, que dicha información sea legible, que venga la marca, la forma de usar el producto, etc.
Conveniencia	Que el envase se pueda abrir con facilidad, que se puede eliminar o reciclar, que tenga una vida útil aceptable, etc.
Disponibilidad	Que el producto se encuentre en cualquier época y lugar.
Variedad	Que la gama de productos sea extensa, con envases de distintos tamaños, diseños, etc.
Salud	Que los productos sean saludables, con una vida útil larga.
Seguridad	Que el envase proteja al producto de ataques microbiológicos, golpes, etc.

Fuente: Coles, 2004.

La primera impresión que un cliente tiene de un producto se la da el envase, el deseo, la aceptación, la imagen saludable de un producto, etc., la transmite el envase. Un alimento se puede presentar en una gran variedad de envases y productos, que el consumidor percibe como una imagen del alimento procesado.

3.1.2.3 Envases utilizados en helados.

En el mercado se utilizan dos envases para la presentación de 1 litro, el primero es un envase de plástico elaborado con Polietileno de alta densidad y el segundo esta elaborado en cartón laminado con polietileno de baja densidad.

✓ **Envase de Polietileno de Alta Densidad (HDPE)**

Características (Fuente: Moldes y Plásticos Monterrey S.A de C.V):

- Material del Envase: HDPE
- *Peso del Envase: 39.5 g*
- Peso de la tapa: 10.5 g
- Medidas (cm): A= 12; B= 14.05; C= 9.
- Áreas de Impresión: 110 X 321 mm
- Capacidad: 1 litro.
- Costo: \$1.797 envase *Costo de envase completo: \$ 2.352/unidad.*
\$ 0.555 tapa

✓ **Envase de Cartón laminado con polietileno de baja densidad.**

Características (Fuente: Botes y Envases S.A de C.V BYESA):

- Está fabricado en cartoncillo laminado con polietileno por ambas caras, cuenta con tapa que tiene un faldón de plástico y la parte superior de está es de cartoncillo laminado.
- Está elaborado con materiales reciclables y biodegradables.
- Mejor definición de impresión y brillantez que en el plástico, lo que motiva al consumidor a llevárselo.
- Tapa de diseño especial con faldón de plástico y parte superior de cartoncillo laminado. La parte superior se puede imprimir.
- Peso del envase: 21 g
- Peso de la tapa: 9 g
- Medidas (cm): A (Ancho superior)= 11.6; B (Altura) =14.2; C (Ancho inferior)=9.0.

- Capacidad: 1 litro.
- Costo: \$1.2920 envase. *Costo de envase completo: \$1.8805/unidad.*
\$ 0.5885 tapa.

3.1.2.4 Análisis comparativo de los envases.

Los envases están elaborados con materiales diferentes, ambos materiales confieren características al envase por lo cual a continuación se indican las ventajas y desventajas de ambos materiales (Tabla 3.3):

Tabla 3.3 Ventajas y desventajas de los materiales de los envases.

MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Polietileno de Alta Densidad	Gran resistencia a la fricción.	No tiene muchas propiedades de barrera al oxígeno por la presencia de microporos en las paredes del envase, sin embargo no es tan importante pues a bajas temperaturas las reacciones químicas son muy lentas. Baja barrera a sabores y olores. Alta migración de grasas y aceites.
	Resistencia al impacto.	
	Ligero de peso.	
	Barrera contra la humedad.	
Cartón laminado con polietileno de baja densidad.	Barrera contra la humedad por el laminado	Mala barrera frente al oxígeno.
	Tiene una mediana propiedad de barrera a las grasas.	
	Buena resistencia a los alimentos ácidos.	

Fuente: Coles, 2004.

3.1.2.5 Elección del envase.

Considerando las características de ambos envases se observa que el envase de cartón laminado presenta grandes ventajas en comparación al envase de polietileno porque es más fácil de manipular, se presenta una optimización de costos pues se tiene una reducción del 20% en el costo del envase al utilizar el primero y debido a que también es más ligero (aproximadamente 20 g menor que el envase HDPE) tiene un beneficio logístico y económico dado que se reduce el consumo de combustible durante su distribución.

El producto esta enfocado hacia un grupo de personas que buscan beneficios durante su consumo y que desean que cumpla con las características de calidad necesarias desde el envase, el envase de cartón laminado con polietileno permite ofrecer una mejor presentación, pues la impresión en el envase se realiza mucho mejor y se conservan adecuadamente las características de calidad del producto.

Por lo cual se selecciona el envase de Cartón laminado con Polietileno de baja densidad.

3.1.3 Productos comerciales en el mercado.

Productos reducidos en grasa. El helado de leche fue tradicionalmente el helado bajo en grasa por varios años, pero esta categoría ha sido reclasificado por varias regulaciones incluyendo tres categorías de reducción de grasa: helado Light, helado bajo en grasa y helado sin grasa. El helado Light o reducido en grasa es usualmente en el rango de 5 – 7.5% de grasa. La versión bajo en grasa es usualmente en el rango de 3 – 5% (Hui *et al.*, 2004).

De acuerdo a la NOM-086-SSA1-1994 un helado reducido en calorías debe tener por lo menos el 25% menos de calorías del alimento original, considerando que un helado normal tiene aproximadamente 141.8 Kcal se consideran helados reducidos en calorías aquellos productos que tienen como máximo 106.3 Kcal.

En el mercado existen dos marcas comerciales líderes en venta de helados.

Marca Comercial 1. Producto denominado Helado bajo en grasa sin azúcar, cuyo contenido en grasa es del 3.9% de grasa vegetal, en una porción (75 g) se tienen 2.9 % de grasa vegetal. Su contenido energético es de 101 Kcal/100g (75Kcal/porción) por lo cual cumple con la norma NOM-086-SSA1-1994.

Marca Comercial 2. Producto denominado Helado Light sin azúcar, 50% menos calorías, endulzado con Splenda, cuyo contenido en grasa es de 3% de grasa vegetal. Su contenido energético es de 105 Kcal/100g (79Kcal/porción) por lo cual también cumple con la norma NOM-086-SSA1-1994.

3.1.4 Definición del concepto: presentación, envase y atributos; químicos y sensoriales.

Tomando en cuenta los productos existentes en el mercado y lo establecido en la NOM-086-SSA1-1994, se proponen los siguientes atributos de calidad:

Producto: Helado reducido en calorías (bajo en grasa y sin azúcar).

Sabor: Vainilla.

Color: Amarillo pálido.

Textura: Cremosa.

Tipo de Grasa: Vegetal.

Contenido energético: máx. 106.3 Kcal.

% grasa: máx. 3 g/porción.

Presentación: 1 litro.

Envase: Cartón laminado con Polietileno.

3.2 DESARROLLO DEL OBJETIVOS PARTICULAR 2.

OBJETIVO PARTICULAR 2:

Establecer las formulaciones con base en los ingredientes y aditivos que proporcionen una alta funcionalidad y características adecuadas, así como un análisis del contenido energético y costos de las mismas para establecer la formulación que tenga la mejor factibilidad técnica-económica.

3.2.1 DEFINICIÓN DE LA FORMULACIÓN BASE:

Para la elaboración del helado reducido en calorías existen diversas formulaciones con distintos porcentajes de grasa y azúcar, a continuación se propone la siguiente formulación base (Tabla 3.4):

Tabla 3.4 Formulación base.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Agua	66.55
Grasa Vegetal	3.00 - 4.00
Leche	12.50 – 13.00
Azúcar	11.00
Sólidos de maíz	5.50 – 6.00
Estabilizante	0.35
Emulsificante	0.10
Sólidos Totales	33.45

Fuente: Hui et al, 2004.

Esta formulación contiene azúcar, y de acuerdo al concepto establecido en el objetivo anterior se consideran además 2 formulaciones comerciales que sirven como guías para el desarrollo (Ver Tabla 3.5).

Por ser formulaciones comerciales solo se conocen los ingredientes del producto pero no sus niveles de uso excepto en ciertos ingredientes como grasa vegetal, sorbitol y edulcorante no nutritivo los cuales vienen declarados en la etiqueta del mismo.

Tabla 3.5 Formulaciones de dos marcas comerciales.

Ingredientes	Marca Comercial 1 (100g)	Marca Comercial 2 (100g)
Agua	X	X
Leche descremada	X	X
Dextrosa	X	
Grasa Vegetal	3.9 g	3 g
Sorbitol	3.5 g	8.3 g
Suero de Leche	X	X
Maltodextrina	X	
Emulsificantes	X	X
Estabilizantes	X	X
Concentrado de proteína	X	
Sabor	X	X
Aspartame	6 mg	
Ac. Láctico	X	
Ac. Cítrico	X	X
Colorante	X	X
Inulina		X
Polidextrina		X
Sucralosa		8 mg

Fuente: Información obtenida del Etiquetado de las marcas comerciales 1 y 2.

3.2.2 SELECCIÓN DE INGREDIENTES Y ADITIVOS PARA LAS FORMULACIONES.

El objetivo general de calcular las mezclas de helado es la de modificar la fórmula, la cual está basada en los ingredientes deseados. La fórmula es dada en porcentaje de grasa, leche, azúcares, estabilizadores y emulsificantes. Los ingredientes que son la fuente de estos componentes son seleccionados con base en su viabilidad, calidad y costo (Hui *et al.*, 2004).

3.2.2.1 Ingredientes: Características, funcionalidad en el helado y nivel de uso.

✓ LECHE.

Se propone el uso de leche descremada en polvo.

Sustituto de Leche: Suero de Leche en Polvo.

De acuerdo con lo revisado en el capítulo 1.1 sobre las generalidades del helado, se opta por incluir el suero de leche en algunas formulaciones con el fin de reducir costos. De acuerdo con las recomendaciones bibliográficas la sustitución es en un rango del 5 – 10% del total del contenido de leche descremada para evitar que el contenido de lactosa influya negativamente en las características de calidad del producto final (Madrid y Cenzano, 2004; Belitz, 1997).

Se propone un nivel de uso del 5%.

✓ GRASA VEGETAL.

Las funciones específicas de los alimentos atribuibles a los aceites y grasas son el sabor, aroma, la sensación en la boca, la textura, la palatabilidad, la suavidad, la frescura, la humedad, la cremosidad y el transporte de ingredientes (Ziller, 1996).

El uso de grasas vegetales para reemplazar la grasa láctea proporciona una mejora en la textura, da cuerpo al producto, mejora la resistencia a la fusión, tienen un aporte energético y aporte de vitaminas. Además de reducir el costo de la formulación (Basso, 2004).

Cuando se desea reemplazar la grasa de leche por una vegetal se debe considerar que los puntos de fusión superiores a 37°C no se funden bien en la boca y al paladear el helado se nota ese sabor de la grasa, además de dejar un resabio en la boca (after taste) (Basso, 2004).

Los tipos de grasa que contienen alta cantidad de ácidos grasos insaturados dan resultados de insuficiente distribución de aire y tendencia a disminuir el nivel de calidad por disminución de la consistencia del helado, por lo cual se utilizan grasas con alto contenido de ácidos grasos saturados.

Existen dos grasas comúnmente utilizadas en la industria, la grasa de coco y la grasa de palma.

1) **Grasa de coco.**

Se obtiene a partir de la copra, se considera como una grasa ya que es sólido a temperatura ambiente, pero se convierte en aceite líquido a alrededor de 25,6°C.

Esta grasa se caracteriza por un elevado porcentaje de ácido láurico y otros ácidos grasos de cadena bastante corta (Ver tabla 3.6), tiene un punto de fusión bajo (26°C), debido a un elevado contenido en ácidos grasos de bajo peso molecular de longitudes de cadena similar.

2) Grasa de palma.

De la palma se obtienen dos tipos de aceites; el aceite de palma el cual es obtenido del mesocarpio del fruto de la palma y el aceite de palmiste el cual se obtiene de la almendra de la semilla del fruto de la palma, su composición química (composición de ácidos grasos) es completamente diferente entre ambas lo que modifica el índice de sólidos y el porcentaje de ácidos grasos saturados e insaturados de las mismas (Ver Tabla 3.6, 3.8 y 3.7 respectivamente) (www.portal.aniame.com).

Ambos tipos de aceites son utilizados en los helados, el punto de fusión del aceite de palma es más alto (ver Tabla 3.8) por lo cual deja un resabio en el paladar al final del consumo del helado, además de que su contenido de ácidos insaturados es mayor que en el aceite de palmiste lo que afectaría en la calidad del helado.

Tomando en consideración las características funcionales que se necesitan en la elaboración del helado se descarta el uso del aceite de palma y solo se considera el aceite de palmiste.

Tabla 3.6. Composición de ácidos grasos de las grasas utilizadas en helados.

Grasa	Ácidos Grasos																
	Butírico	Caproico	Caprílico	Cáprico	Láurico	Mirístico	Miristoleico	Pentadecano	Palmitico	Palmitoleico	Margarico	Estearico	Oleico	Linoleico	Linolénico	Araquídico	Gadoleico
Mantequilla	3.6	2.2	1.2	2.5	2.9	10.8	0.8	2.1	26.9	2.0	0.7	12.1	28.5	3.2	0.4		0.1
Coco	-	0.5	7.1	6.0	47.1	18.5	-	-	9.1	-	-	2.8	6.8	1.9	0.1	0.1	-
Palma	-	-	-	-	0.2	1.0	-	-	39.8	0.2	-	4.4	42.5	11.2	0.2	0.4	-
Palmiste (oleina)	-	0.2	4.3	3.7	42.6	12.4	-	-	8.4	-	-	2.5	22.3	3.4	-	0.1	0.1

Fuente: Badui, 1993.

Tabla 3.7. Porcentaje de ácidos grasos saturados e insaturados.

Grasa	Insaturados (%)	Saturados (%)
Mantequilla	35	65
Coco	8.8	91.2
Palma	54.2	45.8
Palmiste	25.8	74.2

Fuente: Badui, 1993.

Tabla 3.8 Valores del Índice de Sólidos Grasos (ISG).

Grasa	Pfundión (°C)	Valores de ISG				
		10°C	21.1°C	26.7°C	33.3°C	37.8°C
Mantequilla	36.1	32	12	9	3	0
Coco	26.1	55	27	0	0	0
Palma	39.4	34	12	9	6	4
Palmiste	28.9	49	33	13	0	0

Fuente: Badui, 1993

A continuación en la Tabla 3.9 se presentan las características, ventajas y desventajas de la grasa de coco y de palmiste:

Tabla 3.9 Tabla comparativa de la grasa de coco y de palmiste.

GRASA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
COCO	Incolora.	No proporciona color al alimento.	Suele dar un resultado organoléptico inferior al obtenido con grasas lácteas ya que tiene una ligera tendencia a sabor graso.
	Sólida a temperatura ambiente y líquida a 25.6°C.	Debido a su elevada proporción de ácidos grasos saturados (91.2%) es bastante resistente a los fenómenos oxidativos durante el almacenamiento.	
	Punto de fusión: 24.4 – 26.1°C.	En los helados se utiliza grasa de coco hidrogenada, la cual tiene un punto de fusión: 32 - 33°C.	
	Elevado porcentaje de ácido laurico (47.1%) (Ver Tabla 3.7).	Produce unos resultados significativamente mejores para la fusión que los helados fabricados con grasa butírica ya que estos últimos se funden más rápido.	
PALMISTE	Tiene similitud con la grasa de coco en cuanto a sus características y composición.	A bajas temperaturas su contenido de sólidos grasos es alto lo que le confiere una gran consistencia al producto, pero disminuye rápidamente al acercarse a los 30°C, esta curva de fusión muy pronunciada permite que la percepción en la boca sea buena.	
	Predomina el ácido graso laurico que está presente entre 42 - 51% (Ver Tabla 3.7).		
	Tiene un ligero sabor suave.		
	Semisólida a temperatura ambiente.	Su índice de sólidos hace posible formular productos que requieren firmeza pero con un derretimiento rápido en la boca sin dejar resabio graso.	
	Punto de fusión: 25.9 - 28°C	Fuente de vitaminas A, D y E.	
	Proporciona 9 Kcal por gramo.		

Fuente: Aarhus United., Badui, 1993., Ziller, 1996 y Madrid y Cenzano, 2004.

Considerando todas las características de ambas grasas se observa que las dos tienen características similares y sus puntos de fusión son bajos (Ver tabla 3.9) lo cual contribuye a no dejar resabio graso en el paladar lo que permitirá que se sustituya cualquiera de las dos grasas sin afectar sensorialmente al producto.

El índice de sólidos grasos de ambas grasas en comparación con la grasa butírica (mantequilla) presentan ciertas ventajas pues su contenido de sólidos grasos es mayor a 10°C lo que aumenta la consistencia del producto además de contribuir a mejorar el tiempo de derretimiento, a las temperaturas 33.3°C no se presenta contenido de sólidos por lo cual la percepción en la boca es buena (mouthfeel), pues se derrite rápidamente en la boca sin dejar resabio graso (ver Tabla 3.8).

Con respecto de la composición de ambas grasas la grasa de coco presenta un mayor contenido de ácido láurico 4.5% arriba del aceite de palmiste lo que funcionalmente proporciona una mayor consistencia en el producto, ambas grasas presentan bajos contenidos de ácido linoleico (ácido graso esencial, poliinsaturado).

Funcionalmente ambas grasas proporciona una mayor firmeza que la grasa butírica, pero la grasa de coco es casi completamente saturada y como el helado está dirigido a un mercado que busca un producto que le brinde los mayores beneficios durante su consumo, el que la grasa sea 91% saturada disminuye la idea del concepto inicial.

Por lo tanto y tomando en consideración todo lo anterior se propone el uso de aceite de palmiste para la elaboración del helado reducido en calorías.

3.2.2.2 INGREDIENTES UTILIZADOS COMO SUSTITUTOS DE LA GRASA Y EL AZÚCAR.

De acuerdo al concepto establecido en el objetivo particular 1, el producto que se plantea es reducido en calorías por lo que se elaborara bajo en grasa (máx. 3%) y sin azúcar (0%). Por lo cual las características del mismo serán inferiores a un helado con 7% de grasa y con azúcar (10% - 14%), por lo que es necesario utilizar ingredientes que sirvan como sustitutos del azúcar y la grasa.

Algunos sustitutos de azúcar tiene diversas propiedades funcionales que simulan algunas de las características fisicoquímicas y apetecibles de la grasa, tales como la viscosidad, sensación al paladar y la apariencia (Johnson, 2006).

En la formulación base se recomienda 11% de azúcar y 5.5% de alta fructosa dando un total de 16.5% de azúcares, a continuación se plantean los agentes de volumen que se utilizaran para balancear la formulación y no afectar el contenido de sólidos totales en la misma.

- **Dextrosa (Glucosa).**

Monosacárido con poder edulcorante de 0.53 (Belitz, 1997).

Se utiliza por razones económicas para reemplazar un porcentaje de sacarosa, como en este caso se utiliza para el desarrollo de un helado sin azúcar sirve para aumentar los sólidos totales al nivel deseado.

Propiedades Funcionales. Su uso reduce el dulzor del helado realzando su sabor natural, ayuda en la formación de cristales finos lo que contribuye a una textura suave y agradable, eleva el punto de congelación de la mezcla e imparte cuerpo y estabilidad al shock térmico del helado (www.mundohelado.com).

Nivel de uso. El porcentaje de reemplazo de la sacarosa por glucosa es de un máximo del 25% del total de la sacarosa.

- **Sorbitol.**

Polialcohol derivado de la glucosa, se obtiene por reducción electrolítica o hidrogenación catalítica de la D-glucosa. Su forma comercial es cristalina o líquida (jarabe de sorbitol). Tiene alta solubilidad en agua a 25°C y es estable al calor.

Su poder edulcorante equivale al 60% del de la sacarosa, es apto para la fabricación de alimentos Light, ya que tiene un aporte calórico de 2,6 kcal/g frente a las 4 kcal/g de la sacarosa. El sorbitol se metaboliza en el hígado a fructosa, lo que le hace más tolerable para los enfermos diabéticos (Cubero, 2002).

Propiedades funcionales. Confiere textura y homogeneidad en los productos alimenticios, y a la vez aporta volumen y consistencia (Belitz, 1997).

Nivel de uso recomendado. Máx. 15% (Belitz, 1997). De acuerdo con lo establecido en la NOM-086-SSA1-1994 su nivel de uso no debe rebasar el 17% en la formulación.

- **Polidextrosa.**

Fibra soluble baja en calorías (1kcal por gramo), es un polímero aleatoriamente enlazado de la dextrosa, es soluble en agua. En los helados se emplea para sustituir totalmente o parcialmente el azúcar así como para disminuir una parte de la grasa, no provoca caries, es apto para diabéticos y carece de efecto refrescante (Cubero, 2002).

Propiedades funcionales. Es un agente de volumen, al carecer de poder edulcorante, la polidextrosa permite reemplazar los azúcares aportando el volumen sin añadir calorías, se consigue aumentar la textura y palatabilidad de los alimentos sin aumentar su valor calórico (Cubero, 2002). Al tener una viscosidad ligeramente mayor que la de una solución acuosa, actúa como agente espesante proporcionando cuerpo al alimento (Basso, 2004). Es un controlador de congelación: por su elevada masa molecular las disoluciones de polidextrosa aumenta el punto de congelación, comparándolo con disoluciones de sacarosa en las mismas proporciones. La elevada viscosidad a 0°C proporciona al helado una textura y cremosidad propia de un producto con mayor contenido en grasa.

Nivel de uso recomendado. De 8 – 13% (Basso, 2004).

- **Maltodextrina.**

Polisacárido no dulce producido por una hidrólisis controlada del almidón de maíz. Es completamente soluble en agua caliente, aporta aproximadamente 4 Kcal/g.

Propiedades funcionales. Aportan principalmente sólidos mejorando la consistencia sin interferir en el sabor, proporciona buen cuerpo y contribuye también a la cremosidad, evita la cristalización de la lactosa en la leche y al inmovilizar el agua eficazmente la resistencia (al efecto de calor) de los helados es superior y mejora su estabilidad durante el almacenamiento y distribución. Se

emplea también como sustituto de grasa debido a que aporta la viscosidad necesaria y forma un gel termoreversible cuando se enfría el cual imita la textura y la percepción de la grasa en la boca al tener una estructura esférica similar a la grasa.

Nivel de uso recomendado. Similar a la povidexrosa.

- **Inulina.**

Es una fibra dietética soluble altamente dispersable en agua o grasa, se considera un prebiótico selectivo de bajo valor calórico (1.6 Kcal/g) que no altera el sabor. Es estable al calor y a niveles de pH > 4, es susceptible a hidrólisis ácida con un pH menor.

Propiedades funcionales. Se emplea como sustituto de azúcar y grasa; añade volumen, reduce los efectos negativos de los edulcorantes de alta intensidad, proporciona cuerpo y mejora la palatabilidad del producto. Estabiliza la emulsión.

Nivel de uso recomendado. Sustituto de azúcar 1- 5%. Sustituto de grasa 0.25g de inulina por cada gramo de grasa. (Llera, 2006).

- **Concentrado proteico de suero de leche (CPSL).**

El concentrado proteico se obtiene a partir de suero fresco por ultrafiltración, es soluble en agua, forma dispersiones coloidales estables a temperatura ambiente.

Se emplea como sustituto de una parte del contenido de leche, con lo cual se obtiene un producto de excelente textura y calidad con menor costo.

Propiedades funcionales. Es utilizado en productos bajos en grasa pues tiene características distintivas que permiten la sustitución de la grasa, este sustituto soporta interacciones entre las partículas (lo que sugiere que su estructura superficial es similar a la de la grasa emulsionada), y ella obra recíprocamente con las superficies de la boca (mouth feel) para generar una sensación similar al helado elaborado con un alto contenido graso (Granger *et al.*, 2005).

Nivel de uso recomendado. Como sustituto de leche 15 a 20% del contenido de leche. Como sustituto de grasa 5% (Granger *et al.*, 2005).

3.2.2.3 Selección de aditivos a través de matrices alternativas considerando sus características, propiedades, funcionalidad, interacciones, nivel de uso y costo.

- **EMULSIFICANTES.**

Los emulsificantes utilizados en los helados son de dos tipos:

1. Emulsificantes los cuales junto con la proteína forman una película alrededor de los glóbulos grasos, manteniendo estable la emulsión y de baja viscosidad.
2. Los emulsificantes que desestabilizan la emulsión durante la formación de la espuma (en la etapa de congelación), facilitando la salida de la proteína del glóbulo graso y permitiendo a la grasa formar una capa alrededor de las células de aire y, de esta manera, facilitar la incorporación de aire.

El complejo de la proteína y de la grasa es muy fuerte y por lo tanto difícil de romper durante la formación de la espuma (aireado), en presencia de un emulsificante lipofílico, el complejo grasa-proteína llega a ser débil porque el emulsificante y la proteína compiten en la interfaz del aceite-agua, así la salida de la proteína es mucho más fácil en presencia del emulsificante.

Estos efectos son contradictorios, sin embargo, ambos tipos de emulsificantes son necesarios para obtener un producto que sea estable durante y después del proceso de elaboración (primero como emulsión y posteriormente como espuma). El nivel de uso del emulsificante se establece a partir del % de grasa de la formulación (Llera, 2006; Soto, 2006).

A continuación se presenta la Tabla 3.10 Matriz Alternativa para la Selección de Aditivos (MAPSA) aplicada para los emulsificantes, en ella se presentan los emulsificantes utilizados en la formulación de helados dividido en dos secciones: emulsificantes para estabilizar la emulsión y emulsificantes para promover la incorporación de aire.

TABLA 3.10 Matriz Alternativa para la Selección del Emulsificante.

ADITIVO	LEGISLACIÓN	NIVEL DE USO*	CARACTERISTICAS	FUNCIONALIDAD.	COSTO/kg	COSTO-BENEFICIO/Kg producto.
EMULSIFICANTES PARA ESTABILIZAR LA EMULSIÓN.						
Monoglicéridos Destilados (Dimodan)	MEX. SI	0.10%	Tienen alta concentración de 95% α monoglicéridos y 5% β monoglicéridos.	Estabiliza la emulsión, mejora la dispersión de la grasa, controla la cristalización de la grasa y la desestabilización suave debido a la desorción de la proteína durante el período de maduración. Da una textura tersa, incrementa la resistencia al derretido y a la desestabilización de la emulsión durante la incorporación de aire (en la congelación).	\$42.50	\$ 0.0425
	EUA SI					
	CE E471					
Mono y Diglicéridos de ácidos grasos (Monochort)	MEX. SI	0.3%	Se obtiene haciendo reaccionar la molécula de glicerina con diferentes ácidos grasos. Tiene entre 40% - 60% de monoglicéridos y el resto de diglicéridos.		\$42.48	\$ 0.1274
	EUA SI					
	CE E471					
Monoestearato de glicerilo.	MEX. SI	0.16% - 0.24%**	Mono y diglicérido de ácido graso que contiene de 40% a 60% de α monoglicéridos.		\$17.50	\$0.028 a \$0.041**
	EUA SI					
	CE471					
Lecitina	MEX. SI	0.50%	Es un fosfátido formado por un diglicérido (que puede contener los ácidos grasos esteárico, palmítico y oleico).	Contribuye a la emulsión y estabilización, mejora la palatabilidad y evita arenosidad en el producto durante su vida de anaquel. En casos donde una característica funcional es obtenida a partir de grasa vegetal, la lecitina puede ser usada para obtener un producto similar con menos grasa.	\$8.00	\$ 0.0400
	EUA SI					
	CE322					
EMULSIFICANTES PARA PROMOVER LA INCORPORACIÓN DE AIRE.						
Monooleato de sorbitan polioxietilado (Polisorbac 80)	MEX. SI	0.04%	Se obtiene por esterificación de los sorbester con óxido de etileno la molécula obtenida se llama polisorbato. La molécula es más hidrofílica que la original.	Desestabiliza la emulsión durante el aireado del producto. Imparte cuerpo y textura a los helados, promueve la incorporación y estabilización de aire por lo que estabiliza las fases.	\$25.00	\$ 0.0100
	EUA SI					
	CE E433					
Esteres poliglicéridos de ácidos grasos	MEX. SI	0.10%	Es un emulsionante no-ionico cuya parte hidrófila está constituida por polímeros de glicerina y la parte lipófila formada por ácidos grasos que habitualmente son esteárico y oleico.	En los helados aporta buenas características a la textura final aportando una adecuada dispersión de la fase grasa y asegurando un mayor aireado.	\$42.50	\$ 0.0425
	EUA SI					
	CE 475					

*El nivel de uso es el recomendado.

** Nivel de uso y precio considerando el contenido de α -monoglicéridos.

CE: Comunidad Europea.

Fuente: Llera, 2006, Clarke, 2004, Cubero, 2002.

Comparando los emulsificantes que sirven para formar y estabilizar la emulsión, se observa lo siguiente: los monoglicéridos destilados, el monoestearato de glicerilo y los mono y diglicéridos son considerados dentro del grupo de mono y diglicéridos de ácidos grasos por lo cual sus propiedades funcionales son las mismas, lo único que se modifica es el grado de α -monoglicéridos presentes en cada uno lo que repercute en el nivel de uso.

En general los diglicéridos tienen menor capacidad emulsionante que los monoglicéridos y a su vez los monoglicéridos que contienen un mayor porcentaje de α monoglicéridos que β monoglicéridos presentan mayor capacidad emulsionante.

Por lo cual a mayor grado de α monoglicéridos menor es el nivel de uso a utilizar en la formulación, considerando además el costo de los emulsificantes se observa que se presenta un mejor costo beneficio con el monoestearato de glicerilo.

Haciendo un comparativo entre el monoestearato de glicerilo y la lecitina, la segunda tiene un menor costo pero su nivel de uso es alto en comparación del primero lo que aún en costo no nos proporcionara alguna ventaja. Considerando también que las propiedades funcionales de la lecitina son menores en comparación a la de los mono y diglicéridos en la elaboración de helados.

Por lo que se decide utilizar el **MONOESTEARATO DE GLICERILO** como emulsificante para estabilizar la emulsión

En el caso de los emulsificantes que ayudan para el aireado y estabilidad del producto final ambos proporcionan características similares y el nivel de uso es similar por lo que se decide utilizar el **MONO-OLEATO DE SORBITAN** pues es el que proporciona el mayor costo-beneficio.

- EDULCORANTE.

Se conoce con el nombre de edulcorante a aquel compuesto, natural o sintético, con sabor dulce, los edulcorantes se clasifican atendiendo a su aporte calórico:

1. Edulcorantes nutritivos (o de volumen), como la sacarosa, monosacáridos y polioles.
2. Edulcorante no nutritivo (o intenso) con un poder energético nulo o insignificante en comparación con la sacarosa.

El helado que se plantea es sin azúcar por lo cual se utilizará un edulcorante no nutritivo (o intenso) para sustituir el dulzor que se obtiene de la sacarosa.

Las principales características de los edulcorantes no nutritivos son: su alta intensidad de dulzor por lo que sus niveles de uso son del orden de mg, tienen un aporte de calorías insignificante o nulo, no son higroscópicos, no caramelizan y no confieren textura a los alimentos, son apropiados para personas diabéticas y no provocan caries.

A continuación se presenta la Tabla 3.11 Matriz Alternativa para la Selección del edulcorante considerando todos los edulcorantes utilizados en la elaboración de helados bajos en grasa:

Tabla 3.11 Matriz Alternativa para la selección del edulcorante

ADITIVO	LEGISLACIÓN	NIVEL DE USO	CARACTERISTICAS	ESTABILIDAD	INTERACCIONES	COSTO/kg	COSTO-BENEFICIO por Kg producto.
Aspartame (marca comercial NutraSweet)	MEX. SI	Se determina considerando el nivel de uso de la sacarosa tomando en cuenta la relación de dulzor existente entre la sacarosa y el edulcorante no nutritivo.	1) Es 200 veces más dulce que la sacarosa. 2) Aporta 4 Kcal/g. 3) Detección retardada del dulzor en la boca. 4) Deja un sabor residual dulce. 5) Es un dipéptido formado por fenilalanina y ácido aspártico por lo cual debe indicarse en la etiqueta una advertencia para los fenilcetonúricos.	1) Inestable por debajo de pH= 4.3. 2) Inestable a temperaturas superiores de 100°, tiempos prolongados de cocción (por más de 20 min).	Reacciona con otros ingredientes como la vainillina. Presenta sinergia con otros edulcorantes como el acesulfame K.	\$273.52	\$ 0.1591
	EUA SI						
	CE E951						
Sacarina	MEX. SI		1) Es 300 veces más dulce que la sacarosa. 2) Detección rápida del sabor dulce. 3) No tiene residual dulce, pero si deja un residuo amargo-metálico.	1) Estable a la mayoría de los procesos y almacenamiento de los alimentos	Es inerte a los demás ingredientes. Presenta sinergismo con ciclamatos.	-	-
	EUA SI						
	CE E954						
Sucralosa (Marca comercial Splenda)	MEX. SI	1) Es el resultado de la halogenación de la sacarosa. 2) Su poder endulzante es 600 veces superior a la sacarosa. 3) tiene buena solubilidad en agua. 4) actualmente es el edulcorante más utilizado. 5) Aporta 0 kcal/g. 6) Perfil de dulzor de alta calidad (detección retardada del dulzor y permanencia del sabor en la boca). 7) Tiene sabor a azúcar sin resabio.	1) Estable a la temperatura y pH de la mayoría de todos los alimentos. Estable en largo período de almacenamiento del producto.	Ausencia de interacciones con otros ingredientes. No existen reacciones entre los componentes. Se complementa muy bien con los sabores de vainilla y frutas.	\$2,341.50	\$ 0.4402	
	EUA SI						
	CE E955						
Acesulfame K (marca comercial Sunett)	MEX. SI	1) 200 veces más dulce que la sacarosa. 2) Se percibe inmediatamente el dulzor y se mantiene durante largo tiempo. 3) se puede emplear como edulcorante único. 4) Tiene efecto reforzante del sabor. 5) No produce caries. 6) Soluble en agua.	Estable al calor por lo cual es adecuado para todo tipo de alimentos.	Presenta sinergia con otros edulcorantes.	\$159.49	\$ 0.0925	
	EUA SI						
	CE E950						

Fuente: Carreño 2006, Cubero 2002.

La sacarina se descarta totalmente por el resabio amargo-metálico que deja al final durante el consumo del producto.

En el caso del Aspartame y el acesulfame K ambos presentan el mismo poder edulcorante pero el costo es mucho menor del acesulfame K por lo cual se observa un mayor beneficio utilizando acesulfame K, además de que el aspartame reacciona con la vainillina y el helado que se plantea es sabor vainilla por lo cual se tendría que incrementar el nivel de uso del saborizante para reforzar el sabor y que se mantenga durante la vida de anaquel, lo que incrementaría los costos de formulación.

En el caso de la sucralosa el costo es mayor pero tiene varias ventajas, el nivel de uso es menor a los otros edulcorantes, no tiene interacciones con otros componentes de la formulación y se complementa muy bien con el sabor vainilla. Aunque por cuestión de costos es más alto desde el punto de vista tecnológico presenta una mayor ventaja pues el producto permanecerá estable durante su vida de anaquel y no se presentara ningún inconveniente con el sabor.

Por lo cual se propone el uso de la sucralosa en las formulaciones propuestas.

- SABORIZANTE.

Se propone el uso de un saborizante artificial sabor vainilla en propilenglicol al 95% como vehículo pues tiene un punto de ebullición alto (184°C) por lo que resiste el proceso de pasteurización.

Nivel de uso: 0.05 – 0.10%.

- COLORANTE.

Se decide utilizar un colorante sintético pues proporciona firmeza de color, tiene un bajo costo y una alta efectividad, se estandariza el color entre lote y lote de producción del helado y no presenta aromas o sabores que influyan en el sabor del helado. El color que se empleara es:

Amarillo #5 (Tartracina): Pertenece a la familia de los colorantes azoicos (contiene el grupo azo $-N=N-$). Se presenta en forma de polvo y es soluble en agua. Es estable a distintos pH y a altas temperaturas.

Esta permitido su uso en la Comunidad Europea (E102), en USA y en México.

Nivel de uso: 0.05 – 0.08% (Armenta, 1992 y López, 1997).

- **GOMAS.**

Por ser el helado un producto que debe cumplir con ciertas características físicas y sensoriales el uso de gomas es básico.

Existen diversas gomas que proveen las características al helado, generalmente se usa una mezcla de los mismos para reforzar sus propiedades funcionales y obtener un producto óptimo.

A continuación se presentan la Tabla 3.12 Matriz Alternativa para la selección de las gomas para la formulación del helado (MAPSA).

3.12 Matriz Alternativa para la Selección de los hidrocoloides.

ADITIVO	LEGISLACIÓN	NIVEL DE USO*	CARACTERISTICAS	FUNCIONALIDAD EN HELADOS	ESTABILIDAD	INTERACCIONES	COSTO/kg	Costo/Beneficio (Kg de Producto)
ALGARROBO (Locust Bean Gum).	MEX. SI	0.07 - 0.2%	Agente espesante, sus soluciones son tixotropicas, controla la cristalización en procesos de congelación - descongelación, se dispersa en agua fría y debe calentarse hasta una temperatura mínima de 80°C durante 1 minuto para lograr su hidratación total.	Proporciona viscosidad, aumenta la aereación, imparte cremosidad, proporciona cuerpo y suavidad.	Estable a pH = 3.5 - 11, no resiste pH ácidos (< 3.5 o 3.2)	Tiene sinergismo con la goma xantana (utilizando una relación de 1:1 se obtiene un gel). La viscosidad de sus soluciones no se ven afectadas por las sales. Tiene la capacidad de modificar la textura y la fuerza de gel de las carrageninas kappa (15: 85), además reduce los efectos de sinéresis.	\$295.00	\$0.2065 - \$0.590
	EUA SI							
	CE E410							
TARA	MEX. SI	Depende del porcentaje de algarrobo que se vaya a reemplazar.	Agente espesante, es parcialmente soluble en agua fría y a 85°C se solubiliza totalmente.	Es espesante, sus propiedades funcionales son similares a la goma algarrobo, por lo que se puede reemplazar en un 50% para disminuir el costo sin perder las características del producto final.	Es estable a pH de 4 a 10.5	Es compatible con la mayoría de las gomas como tragacanto, karaya, arábigo, agar, alginato, carrageninas, algarrobo, pectina, metilcelulosa y CMC.	\$98.35	\$0.0344 - \$0.0983
	EUA SI							
	CE E417							
CARRAGENINA KAPPA	MEX. SI	0.01 - 0.04%	Agente gelificante, es soluble a 80°C, liga el agua y forma geles rígidos y fuertes.	La principal función de la carragenina es influenciar las propiedades reológicas de la fase acuosa inmovilizando las moléculas de agua a través de uniones intra e inter moleculares. A través de este mecanismo directamente se aumenta la viscosidad, realza el cuerpo, retarda la formación de cristales de hielo y evita el desuerado o sinéresis. Como efecto secundario se obtiene una mejor incorporación y distribución de aire al retardar la coalescencia de las burbujas de aire durante la congelación y por lo tanto reduce la velocidad de fusión del helado (tiempo de derretimiento).	Es estable a pH mayores de 3.7. Al mantener la carragenina a altas temperaturas y bajo pH, ocurre una hidrólisis ácida dando como resultado pérdida en la viscosidad y en la fuerza de gel.	Tiene sinergismo con la goma algarrobo pues la interacción significativamente aumenta la fuerza de gel, mejora la capacidad de retención del agua y modifica la textura. También tiene sinergismo con las proteínas, tiene la capacidad de estabilizar las caseínas de la leche.	\$227.45	\$0.0227 - \$0.090
	EUA SI							
	CE E407							

ADITIVO	LEGISLACIÓN	NIVEL DE USO*	CARACTERISTICAS	FUNCIONALIDAD EN HELADOS	ESTABILIDAD	INTERACCIONES	COSTO/kg	Costo/Beneficio (Kg de Producto)
GUAR	MEX. SI	0.07 - 0.2% (para que no produzca chiclosidad en el helado.)	Agente espesante, sus soluciones son tixotropicas, inmoviliza grandes cantidades de agua, controla la cristalización procesos de congelación-descongelación. Es soluble en agua fria.	Proporciona cuerpo al helado, mejora la palatabilidad, ablanda la textura producida por la carragenina y algarrobo, contribuye a la formación de cristales pequeños durante el congelamiento, ayuda a que no crezcan durante las fluctuaciones de temperatura que sufre el producto, reduce la velocidad de fusión del helado.	Es estable a pH de 4 a 10,5, no resiste pH por debajo de 4, tiende a hidrolizarse con respecto al tiempo, por lo que pierde viscosidad. Resiste alta temperatura.	Es compatible con todas las gomas y con casi todos los almidones modificados y crudos, algunas sales multivalentes alteran la hidratación y la viscosidad de las soluciones de goma guar y producen geles.	\$29.28	\$0.0204 - \$0.0585
	EUA SI							
	CE E412							
XANTANA	MEX. SI	0.015 - 0.04%	Agente espesante que se solubiliza rápidamente, estabiliza emulsiones, suspensiones y espumas.	Es un excelente agente estabilizador de la emulsion en los helados, por sus características de suspensión mantiene la emulsión dispersa, es muy empleado en formulaciones bajas en grasa.	Resiste pH acido y basico, resiste cambios de temperatura.	Excelente compatibilidad y estabilidad con la mayoría de las sales, se degrada en presencia de agentes oxidantes, es estable en presencia de agentes reductores. Es sinérgica con el algarrobo, forma un gel elástico y muy cohesionado.	\$103.00	\$0.0154 - \$0.0412
	EUA SI							
	CE E415							
CELULOSA MICROCRISTALINA (Avicel)	MEX. SI	0.35%**	Agente espesante, soluble en agua fría, debe ser disperso en agua antes que cualquier ingrediente para activar sus propiedades funcionales durante 7 minutos.	Imparte opacidad, cuerpo y palatabilidad, controla el crecimiento de los cristales de hielo y el derretido del helado, imparte estabilidad en la espuma, imparte una textura cremosa y libera un sabor limpio.	Es estable a un amplio rango de temperaturas.	Es compatible con otras gomas como la carragenina iota evitando sinéresis en el producto.	\$124.00	\$0.43
	EUA SI							
	CE E460							
CMC (Carboximetilcelulosa)	MEX. SI	0.3 - 0.45%***	Soluble en agua fria, imparte viscosidad en los sistemas que se aplica.	Mejora el cuerpo, la textura y el rendimiento. Controla la formación de cristales de hielo, en combinación con algarrobo y goma guar. En productos bajos en calorías mejora el cuerpo y palatabilidad al reducir o eliminar grasas. No da una estructura fuerte al helado por lo que necesita combinarse con otro hidrocólide.	Es estable en rangos de pH entre 4 - 10. Calentamientos arriba de 120°C depolimerizan la goma.	Es compatible con otras gomas como almidones y alginatos, minimiza la posible sinéresis.	\$52.33	\$0.1569 - \$0.2354
	EUA SI							
	CE E466							

Nivel de uso recomendado: *Soto, 2006. *** Armenta, 1992 y Pereda, 1997** Armenta, 1992.
Fuente: Soto 2006, Cubero 2002, FMC BioPolymer.

Considerando la Tabla 3.12 se proponen los siguientes sistemas de gomas:

Sistema 1		
Composición		Costo
Hidrocoloide	Nivel de uso	
Algarrobo	0.20%	\$0.590
Carragenina Kappa	0.04%	\$0.090
Guar	0.11%	\$0.032
TOTAL	0.35%	\$0.712

Sistema 2		
Composición		Costo
Hidrocoloide	Nivel de uso	
Algarrobo	0.10%	\$0.295
Tara	0.10%	\$0.098
Carragenina Kappa	0.04%	\$0.090
Guar	0.11%	\$0.032
TOTAL	0.35%	\$0.515

Sistema 3		
Composición		Costo
Hidrocoloide	Nivel de uso	
Celulosa microcristalina	0.35%	\$0.430
Carragenina Kappa	0.04%	\$0.090
TOTAL	0.39%	\$0.520

Sistema 4		
Composición		Costo
Hidrocoloide	Nivel de uso	
CMC	0.30%	\$0.156
Algarrobo	0.10%	\$0.295
Guar	0.07%	\$0.020
TOTAL	0.47%	\$0.471

El **sistema 1** es el que presenta las mejores características de calidad en el helado, pues el algarrobo, la carragenina kappa y la goma guar proveen la optima cremosidad, cuerpo y suavidad al helado, ayudan en la formación de pequeños cristales de hielo, además permiten una buena incorporación y estabilización del aire en el mismo, pero también es el sistema más costoso.

El **sistema 2** en teoría presenta características similares al primer sistema debido a que solo se hizo la sustitución del 50% del porcentaje de algarrobo con goma Tara, la cual no interfiere en las características de calidad del producto. Obteniendo una reducción del costo del sistema en un 27.66%.

El **sistema 3** que esta formado de Celulosa Microcristalina y Carragenina Kappa también proporciona buenas características de calidad en el producto final, pues además de que cada una contribuye a la formación y estabilidad del producto juntas presentan sinergismo lo que incrementa el valor del sistema. El costo es similar al sistema 2 por lo cual se puede considerar adecuado para ser planteado en la formulación. El único inconveniente que se observa es que la celulosa microcristalina necesita ser activada antes que todos los ingredientes en un periodo de 7 minutos lo que incrementaría los costos de producción por esta condición.

El **sistema 4** que contiene Carboximetilcelulosa (CMC), guar y algarrobo tiene el menor costo, pero las características funcionales no son las óptimas,

aunque la CMC es considerada como un buen estabilizante en productos bajos en grasa, el porcentaje de algarrobo es disminuido lo que afecta en la textura y cremosidad del producto final.

Las cuatro propuestas presentan características funcionales que benefician al helado pero considerando que es bajo en grasa, el sistema necesita ser lo bastante fuerte para aportar el cuerpo, textura, cremosidad, además de que los cristales de hielo sean pequeños, establezca la formación de la espuma y contribuye a la buena incorporación del aire en el producto, por lo que se opta por el **Sistema 2**.

3.2.3 FORMULACIONES PROPUESTAS.

Tomando en consideración las características deseadas en el producto (concepto inicial) se proponen las siguientes formulaciones para el helado reducido en calorías.

Las formulaciones se definieron tomando en consideración la formulación base (Tabla 3.4) con el cual se establecieron los niveles de uso de algunos ingredientes, las formulaciones comerciales (tabla 3.5) las cuales sirvieron de guía para la selección de los ingredientes sustitutos de grasa y azúcar, y también se consideraron los niveles de uso recomendado para distintos ingredientes (Ver 3.2.2.2).

Para hacer la propuesta de las formulaciones se considera que un helado reducido en calorías tiene de 3 a 4% de grasa y de 16.5 a 17% de azúcares en la formulación, por lo que se plantea la sustitución del azúcar por ingredientes que aporten un menor número de calorías y que proporcionen características similares a la grasa y al azúcar.

Por ser un helado bajo en grasa sin azúcar, se plantea el uso de dextrosa en todas las formulaciones con un nivel de uso de 3.2%.

Se plantean las siguientes formulaciones manejando como variables a aquellos ingredientes sustitutos de la grasa y el azúcar, los cuales nos proporcionarán las características adecuadas para el producto terminado según

las referencias bibliograficas (Sorbitol, Polidextrosa, Maltodextrina, Concentrado proteico de suero de leche e Inulina). Los niveles de uso de los ingredientes y aditivos se establecen considerando la formulación base y las recomendaciones bibliográficas. Ver Tabla 3.13.

Tabla 3.13 Formulaciones propuestas.

INGREDIENTES	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	E (%)	F (%)	G (%)	H (%)	I (%)
Agua	66.631	66.629	66.626	66.631	66.605	66.596	66.601	66.629	66.626
Aceite de palmiste	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Leche Descremada	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000
Suero de Leche									
Dextrosa	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Sucralosa	0.0188	0.0208	0.0236	0.0188	0.0152	0.0236	0.0188	0.0208	0.0236
Sorbitol	5.000	3.000		5.000	8.000		5.000	3.000	
Polidextrosa	8.000	10.000	13.000			8.000	3.000	8.000	8.000
Maltodextrina				8.000					
CPSL*					5.000	5.000	5.000		
Inulina								2.000	5.000
Guar	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110
Carragenina k	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
Algarrobo	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Tara	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Sabor Vainilla	0.050	0.050	0.050	0.050	0.080	0.080	0.080	0.050	0.050
Color amarillo 5	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Monoestearato de glicerilo	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
Monooleato de sorbitan	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
Total	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

Solidos totales	33.369	33.371	33.374	33.369	33.395	33.404	33.399	33.371	33.374
-----------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

* CPSL: Concentrado Proteico de Suero de Leche.

Anteriormente se realizo la selección de los aditivos por lo que se manejan como constantes.

En las formulaciones B, C, E, F, H e I se modifica el nivel de uso del Sorbitol, lo cual interfiere en el dulzor del producto (pues el sorbitol tiene un poder edulcorante determinado, al modificar el porcentaje de uso se afecta directamente al dulzor del producto final). Por lo que el nivel de uso de la sucralosa se modifica para mantener constante el dulzor del producto final.

En las formulaciones E, F y G donde se utiliza Concentrado Proteico de Suero de Leche (CPSL) se incrementa el nivel de uso del sabor vainilla, esto es debido a que el CPSL interacciona con el sabor disminuyéndolo debido a que es reactivo hacia los aldehídos alifáticos por lo que el sabor de la vainillina al ser un aldehído aromático se puede ver disminuido debido a las interacciones entre la vainillina y la proteína (Granger et al., 2005).

En las formulaciones H e I se utiliza inulina con dos niveles de uso, en la primera se utiliza como sustituto de grasa considerando la recomendación del proveedor (la cual nos dice que se debe sustituir 0.25g de inulina por cada gramo de grasa eliminado), y en la segunda se propone su uso como sustituto de azúcar.

Se plantea el uso de suero de leche para reducir el costo de la formulación pero este ingrediente será considerado hasta haber seleccionado la formulación más factible. La formulación no se modifica debido a que la adición del suero reduce el nivel de uso de la leche pero hasta un nivel de uso que no modifique las características de calidad del producto.

El primer paso en el cálculo de la mezcla es identificar la composición de cada uno de los ingredientes. En algunos casos el porcentaje de sólidos es tomado como constante o proporcionado por distintos ingredientes, mientras que en otros la composición debe ser obtenida por análisis. Si existe solo una fuente del componente que se necesita este es determinado directamente multiplicando el porcentaje que se necesita por la cantidad necesitada de producto, ejemplo: 100 kg de mezcla necesitan 10% de azúcar por lo tanto requiere 10 kg de azúcar (Hui et al., 2004).

Si existen dos o más fuentes, por ejemplo 10% de grasa que provienen de crema y leche, entonces puede utilizarse un método algebraico (Hui et al., 2004).

3.2.4 ANALISIS DE CONTENIDO ENERGETICO, FUNCIONALIDAD Y COSTOS DE LAS FORMULACIONES PROPUESTAS.

A continuación se presentan las Tablas del contenido energético (ver Tabla 3.14) y costos de cada una de las formulaciones (Tabla 3.15), las cuáles sirven como base para la selección de la formulación final.

El contenido energético se definió considerando las calorías aportadas por los distintos ingredientes (dato recabado de tablas nutrimentales) y el nivel de uso de los mismos.

Tabla 3.14 Contenido Energético de las formulaciones propuestas.

FORMULACIONES										
INGREDIENTES	kcal/g ingrediente	Contenido Energético o Valor Calórico (Kcal por 100 g de helado)								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Agua		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aceite de palmiste	9	31.500	31.500	31.500	31.500	31.500	31.500	31.500	31.500	31.500
Leche Descremada	3.3	42.900	42.900	42.900	42.900	42.900	42.900	42.900	42.900	42.900
Suero de Leche		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dextrosa	4	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800
Sucralosa		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sorbitol	2.6	13.000	7.800	-	13.000	20.800	-	13.000	7.800	-
Polidextrosa	1	8.000	10.000	13.000	-	-	8.000	3.000	8.000	8.000
Maltodextrina	4	-	-	-	32.000	-	-	-	-	-
CPSL	3.99	-	-	-	-	19.950	19.950	19.950	-	-
Inulina	1.6	-	-	-	-	-	-	-	3.200	8.000
Guar		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carragenina k		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Algarrobo		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tara		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabor Vainilla		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Color amarillo 5		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monoestearato de glicerilo		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monooleato de sorbitan		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		108.200	105.000	100.200	132.200	127.950	115.150	123.150	106.200	103.200

Tabla 3.15 Costo de las formulaciones propuestas.

FORMULACIONES										
INGREDIENTES	Costo por kg ingrediente	COSTO POR KG DE PRODUCTO TERMINADO (\$)								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Agua	\$ 0.035	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
Aceite de palmiste	\$ 17.000	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595
Leche Descremada	\$ 45.000	5.850	5.850	5.850	5.850	5.850	5.850	5.850	5.850	5.850
Suero de Leche	\$ 25.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dextrosa	\$ 11.000	0.352	0.352	0.352	0.352	0.352	0.352	0.352	0.352	0.352
Sucralosa	\$ 2,341.500	0.440	0.487	0.553	0.440	0.356	0.553	0.440	0.487	0.553
Sorbitol	\$ 13.850	0.693	0.416	0.000	0.693	1.108	0.000	0.693	0.416	0.000
Polidextrosa	\$ 24.580	1.966	2.458	3.195	0.000	0.000	1.966	0.737	1.966	1.966
Maltodextrina	\$ 10.500	0.000	0.000	0.000	0.840	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CPSL	\$ 20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000
Inulina	\$ 42.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.840	2.100
Guar	\$ 29.280	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
Carragenina k	\$ 227.450	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091
Algarrobo	\$ 295.000	0.295	0.295	0.295	0.295	0.295	0.295	0.295	0.295	0.295
Tara	\$ 98.350	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098
Sabor Vainilla	\$ 153.000	0.077	0.077	0.077	0.077	0.122	0.122	0.122	0.077	0.077
Color amarillo 5	\$ 70.000	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
Monoestearato de glicerilo	\$ 17.500	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
Monooleato de sorbitan	\$ 25.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Total		\$ 10.585	\$ 10.847	\$ 11.234	\$ 9.459	\$ 9.996	\$ 11.051	\$ 10.402	\$ 11.195	\$ 12.105

Al ser solo propuestas de formulaciones es importante mencionar que una vez que el producto sea elaborado a nivel laboratorio deben contemplarse los resultados de todas las formulaciones, además del contenido energético y costos. En este caso solo se considera el contenido energético, costos y características del producto terminado establecidos teóricamente en base a los ingredientes de cada formulación.

Tabla 3.16. Tabla general del valor calórico y costo por formulación.

Formulación	Valor Calórico (Kcal por 100 g de helado)	Costo (\$)
A	108.200	10.585
B	105.000	10.847
C	100.200	11.234
D	132.200	9.459
E	127.950	9.996
F	115.150	11.051
G	123.150	10.402
H	106.200	11.195
I	103.200	12.105

Menor 
 Mayor 

De acuerdo a lo establecido en el concepto del producto el contenido energético debe ser similar a las marcas comerciales presentes en el mercado.

Marca Comercial 1. Contenido energético 101 Kcal/ 100g.

Marca Comercial 2. Contenido energético 105 Kcal/100g.

Por ser una propuesta de formulaciones sin realización de las pruebas a nivel laboratorio, el análisis que a continuación se presenta esta realizado en base a las propiedades funcionales de los ingredientes de acuerdo a la revisión bibliográfica.

Se consideran tentativas las formulaciones que presenten un 5% más del contenido energético que los productos comerciales (hasta 110.25 Kcal/100 g).

Por lo que las **formulaciones D, E, F y G son descartadas** desde el inicio por tener un contenido energético mayor a 110.25 Kcal/100g.

Con respecto a la **formulación D** se observa que es la formulación con menor costo (\$9.459) pero su aporte calórico es el mayor (132.20 Kcal/100g); esto es debido a que contiene maltodextrina.

Funcionalmente confiere las características adecuadas al producto pues aporta los sólidos necesarios a la formulación, proporciona una buena consistencia, cuerpo y cremosidad al producto final, además de mejorar la estabilidad del helado durante el almacenamiento debido a que inmoviliza el agua lo que incrementa la resistencia al cambio de temperatura. Y proporciona características similares a la grasa durante el consumo del producto. Pero su aporte calórico es alto (4kcal/g) en comparación a los otros sustitutos de azúcar y grasa.

Las **formulaciones E, F y G** contienen concentrado proteico de suero de leche el cual genera una sensación similar en la boca al helado elaborado con un alto contenido graso (Granger *et al.*, 2005), pero aporta 3.99 kcal/g por lo que se incrementa significativamente el contenido energético a 127.95 kcal/100g, 115.15 Kcal/100g y 123.15 Kcal/100 g respectivamente en comparación a las otras formulaciones, la formulación E presenta el segundo mayor aporte calórico de todas las formulaciones.

El costo de estas formulaciones es reducido \$9.996, \$11.051 y \$10.402 respectivamente debido a que el concentrado proteico de suero de leche tiene un costo bajo en comparación a los otros ingredientes utilizados como sustitutos de grasa. Pero no cumple con el concepto inicial de un producto reducido en calorías y similar a los productos comerciales.

Por lo que solo se consideran las siguientes propuestas: Formulación A, B, H, C e I.

La **formulación A** tiene el menor costo al resto de las formulaciones (\$10.585), pero su contenido energético es el mas alto en comparación a las demás (108.20 Kcal/100g). Contiene 5% de sorbitol y 8% de povidexrosa lo que confiere al producto buenas características de calidad. Aunque por contener un alto porcentaje de sorbitol en comparación al resto de las formulaciones las características que proporciona al producto son mas restringidas en comparación a las otras formulaciones, pues el sorbitol proporciona el aporte de sólidos necesarios, ayudando en el mejoramiento de la textura y consistencia del producto pero su funcionalidad es menor a la de los otros ingredientes utilizados como sustitutos del azúcar y grasa.

La **formulación B** la cual presenta 105.00 Kcal/100g de producto tiene un costo de \$10.847 lo que representa una buena opción. Contiene 3% de sorbitol y 10% de povidexrosa, la disminución del nivel de uso del sorbitol y el aumento del nivel de uso de la povidexrosa mejoran las características de calidad del producto final en comparación a la formulación A.

La povidexrosa da la textura deseada y la palatabilidad del producto además de proporcionar la cremosidad propia de un producto con mayor contenido en grasa (Basso, 2004) y el uso de sorbitol nos da una reducción de costo en la formulación.

La **formulación C** contiene 13% de povidexrosa por lo que es la formulación con el menor contenido energético (100.20 Kcal/100 g de producto), pues la povidexrosa solo tiene 1kcal/g.

Las características que confiere al producto final son mejor a las formulaciones anteriores, pero el costo de la formulación es alto (\$11.234) pues la

polidextrosa es uno de los sustitutos con mayor costo (el segundo sustituto mas costoso).

La **formulación H** contiene 3% de sorbitol, 8% de polidextrosa y 2% de inulina. Por contener sorbitol la formulación disminuye su costo en comparación a las formulaciones C e I (\$11.195), pero su contenido energético es alto (106.20 Kcal/100 g de producto) y mayor a las formulación B, C e I.

El uso de inulina y polidextrosa en el producto proporciona características de calidad óptimas.

La **formulación I** es la segunda formulación con menor contenido energético (103.20 Kcal/100g) pero el costo es el más elevado (\$12.105) debido a que se utiliza Inulina en la formulación, está formulación contiene 8% de polidextrosa y 5% de inulina.

Funcionalmente ambos ingredientes actúan proporcionando las mejores características de calidad al producto en comparación al resto de las formulaciones, pues la polidextrosa es un ingrediente clave para la sustitución del azúcar y del contenido de grasa como se comento anteriormente.

Y la inulina tiene un efecto texturizante; proporciona cuerpo y mejora la palatabilidad del producto, además de reducir los efectos negativos del edulcorante de alta intensidad (Llera, 2006).

3.2.5 DETERMINACIÓN DE LA FORMULACIÓN CON MAYOR FACTIBILIDAD (COSTO-BENEFICIO).

Considerando el análisis anterior se observa que las formulaciones con las cuales se obtiene un producto con mayores características de calidad y de menor contenido energético son las formulaciones B, C e I.

El costo de las formulaciones C e I es mayor a las demás, pero la formulación B se encuentra dentro de la media del rango de costos.

En general las tres formulaciones presentan excelentes propiedades en el producto final, pero considerando el costo y el contenido energético, la formulación que nos proporciona la mayor **factibilidad (costo- beneficio) es la Formulación B (Tabla 3.17)**, pues el costo es menor en comparación a las otras dos propuestas y aunque el contenido energético es superior a las formulaciones C e I, es adecuado, pues esta dentro del rango del contenido energético de los productos comerciales.

Tabla 3.17 Formulación propuesta con mayor factibilidad.

INGREDIENTES	B (%)
Agua	66.629
Aceite de palmiste	3.500
Leche Descremada	13.000
Dextrosa	3.200
Sucralosa	0.0208
Sorbitol	3.000
Polidextrosa	10.000
Guar	0.110
Carragenina k	0.040
Algarrobo	0.100
Tara	0.100
Sabor Vainilla	0.050
Color amarillo 5	0.050
Monoestearato de glicerilo	0.160
Monooleato de sorbitan	0.040
Total	100.000

Una buena opción es la sustitución de un porcentaje del contenido de leche por suero de leche y concentrado proteico de suero de leche (CPSL), ambos disminuirán el costo de la formulación, además de que el concentrado proteico de

suero de leche transfiere al producto características distintivas, además de generar una sensación similar al helado elaborado con un alto contenido graso (Granger *et al.*, 2005).

La sustitución teóricamente adecuada es del 5 al 10% con suero de leche y del 15 al 20% con concentrado proteico de suero de leche. En este caso se plantea el uso del 5% de suero de leche más 15% de concentrado proteico de suero de leche en sustitución de un porcentaje de leche (Ver Tabla 3.18).

Tabla 3.18 Formulación final Propuesta con reducción de costo.

INGREDIENTES	Cantidad (%)	Costo (\$)	Contenido energetico (Kcal/100 g)
Agua	66.779	0.023	-
Aceite de Palmiste	3.500	0.595	31.500
Leche Descremada	10.400	4.680	33.132
Suero de Leche	0.500	0.165	2.191
CPSL	1.950	0.390	7.781
Dextrosa	3.200	0.352	12.800
Sucralosa	0.0208	0.487	
Jarabe de Sorbitol	3.000	0.416	7.800
Polidextrosa	10.000	2.458	10.000
Guar	0.110	0.032	-
Carragenina k	0.040	0.091	-
Algarrobo	0.100	0.295	-
Tara	0.100	0.098	-
Sabor Vainilla	0.050	0.077	-
Color amarillo 5	0.050	0.035	-
Monoestearato de glicerilo	0.160	0.028	-
Monooleato de sorbitan	0.040	0.010	-
Total	100.000	\$ 10.232	105.204

La formulación original tiene un costo de \$10.847, por lo que al realizar la sustitución hay una reducción de costo del 5.66%, sin modificar las características de calidad del producto final, y el incremento en el contenido energético del producto es insignificante (0.204 kcal/100g producto).

Considerando que se busca obtener un producto con un contenido energético similar a los comerciales, pero con mejores características de calidad la formulación propuesta con reducción de costo representa una mayor factibilidad.

Por lo tanto se considera a la formulación B con reducción de costo como la formulación final propuesta (ver Tabla 3.18).

3.3 DESARROLLO DEL OBJETIVO PARTICULAR 3

OBJETIVO PARTICULAR 3.

Diseñar el manual de procedimientos para la manufactura del producto mediante la elaboración de las especificaciones del mismo tomando en consideración los objetivos anteriores para concluir el proyecto de desarrollo del helado reducido en calorías.

Una vez establecida la formulación propuesta que presenta la mejor factibilidad (Costo-Beneficio), se inicia con el diseño de la documentación necesaria para el cierre del proyecto.

3.3.1 ESPECIFICACIONES DE MATERIAS PRIMAS.

Todas las materias primas utilizadas para la elaboración del producto deben cumplir con ciertos estándares definidos en las especificaciones para mantener un buen control de calidad que se vea reflejado en el producto terminado, estos parámetros se establecen a partir de la ficha técnica de cada materia prima establecida por distintos proveedores de ingredientes (Ver tabla 3.19 Y 3.20).

TABLA 3.19 ESPECIFICACIONES DE LOS INGREDIENTES DEL HELADO REDUCIDO EN CALORIAS SABOR VAINILLA

INGREDIENTE	DESCRIPCIÓN	TIPO DE EVALUACION	ESPECIFICACIONES		
			PARAMETROS	TOLERANCIAS	TECNICA DE EVALUACIÓN O MÉTODO
ACEITE DE PALMISTE	Se obtiene de la almendra de la semilla del fruto de la palma. Es semisólido a temperatura ambiente.	SENSORIAL	Aspecto	Semisólido a 25°C	Visual
			Color	Amarillo pálido	Visual
			Sabor y Olor	Neutro / Característico	Sensorial
		FISICOQUIMICA	Punto de fusión	25.9 - 28°C	Punto de fusión Capilar (NMX-F-114-SCFI-200
			Valor de Yodo	16.2 - 19.2 meq/Kg	De acuerdo con la NMX-F-152-SCFI-2005
			Índice de Acidez	0.060 % ac. Laurico	Método volumétrico (NMX-F-101-1987)
			Índice de peróxido	máx. 0.5 meq/kg	De acuerdo con la NMX-F-154-SCFI-2005
			Humedad	máx. 0.05%	De acuerdo con la NMX-F-211-1987
Índice de Sólidos Grasos		Dilatometría			
10°C	47 a 50				
21.1°C	32 a 34				
26.7°C	11 a 14				
33.3°C	0				
37.8°C	0				
AGUA	Agua para consumo humano, no debe contener contaminantes ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos al ser humano.	SENSORIAL	Color	Incolora	Visual
			Olor	Agradable	Sensorial
			Sabor	Agradable	Sensorial
		FISICOQUIMICA	Contenido de cloro	0.2-1.5 mg/l	Colorímetro
			Dureza total (como CaCO ₃)	500 mg/l	Por Titulación (NMX-AA-072-SCFI-2001)
		MICROBIOLOGICA	pH	6.5 - 8.5	Método Potenciómetro
			Coliformes totales	Ausente	NOM-112-SSA1-1994
Coliformes fecales	Ausente				
CONCENTRADO PROTEICO DE SUERO DE LECHE (CPSL)	Se produce a partir de suero fresco por ultrafiltración con membranas y un secado con una temperatura de producto menor de 70°C, contiene 80% de proteína. Es soluble en agua, forma dispersiones coloidales estables a temperatura ambiente.	SENSORIAL	Aspecto	Polvo fino	visual
			Color	crema	visual
			Sabor	Limpio y neutro	Sensorial
		FISICOQUIMICA	Proteína	79 - 81%	Micro Kjeldahl
			Grasa	4.5 - 6.5%	Roese-Gottlieb
			Cenizas	Máx. 4.0%	Gravimétrico
			Humedad	Max. 5%	Análisis térmico por termobalanza
			Carbohidratos	3 - 5%	Gravimétrico
		MICROBIOLOGICA	Coliformes	< 10 UFC/g	NOM-112-SSA1-1994
			Cuenta total	< 10 000 UFC/g	NOM-092-SSA1-1994
			Levaduras y Hongos	Máx. 10 UFC/g	NOM-111-SSA1-1994

INGREDIENTE	DESCRIPCIÓN	TIPO DE EVALUACION	ESPECIFICACIONES		
			PARAMETROS	TOLERANCIAS	TECNICA DE EVALUACIÓN O MÉTODO
DEXTROSA	Es el azúcar de almidón refinado y cristalizado.	SENSORIAL	Aspecto	Polvo	Visual
			Color	Blanco a amarillento	Visual
			Sabor	Dulce	Sensorial
		FISICOQUIMICA	Dextrosa equivalente	39 - 43%	Azúcares reductores (método Lane Eynon)
			Humedad	3 - 5%	Análisis térmico por termobalanza
			pH	4.7 - 5.3	Método Potenciómetro
		MICROBIOLOGICA	Cuenta total	< 300 UFC/g	NOM-092-SSA1-1994
			Levaduras y Hongos	< 40 UFC/g	NOM-111-SSA1-1994
		LECHE DESCREMADA	La leche es sometida a un proceso de estandarización, a fin de ajustar el contenido de grasa hasta 1.5%.	SENSORIAL	Aspecto
Color	Blanco Crema				Visual
Sabor	Característico a leche.				Sensorial
Olor	Característico a leche				Sensorial
FISICOQUIMICA	Proteína			34%	Micro Kjeldahl
	Grasa			1.0 - 1.5%	Roese-Gottlieb
	Cenizas			7.5 - 8.5 %	Gravimétrico
	Humedad			Max. 4%	Análisis térmico por termobalanza
	Carbohidratos			51 - 53%	Gravimétrico
	Acidez titulable (g/ml)			Max. 0.19%	Por titulación
MICROBIOLOGICA	Coliformes			< 10 UFC/g	NOM-112-SSA1-1994
	Cuenta total			<10,000 UFC/g	NOM-092-SSA1-1994
	Hongos y Levaduras			< 10 UFC/g	NOM-111-SSA1-1994
	Staphylococcus aureus			Negativa	NOM -115-SSA1-1994
	E. Coli			Negativa	Número mas probable
	Salmonella	Negativa	NOM-114-SSA1-1994		
POLIDEXTROSA	Fibra soluble baja en calorías, se produce por la polimerización con temperatura de la D-glucosa en presencia de sorbitol y ácido fósfórico.	SENSORIAL	Aspecto	Polvo	Visual
			Color	Blanco	Visual
			Sabor	Ligeramente dulce	Sensorial
		FISICOQUIMICA	Polidextrosa	90%	HPLC
			Humedad	max. 4%	Análisis térmico por termobalanza
			pH	4.5 - 6.5	Método Potenciómetro

INGREDIENTE	DESCRIPCIÓN	TIPO DE EVALUACION	ESPECIFICACIONES		
			PARAMETROS	TOLERANCIAS	TECNICA DE EVALUACIÓN O MÉTODO
SORBITOL	Es un alcohol polihidrico con la mitad de poder endulzante que la sacarosa (60%), industrialmente se prepara por reducción de la	SENSORIAL	Aspecto	Polvo cristalino	Visual
			Color	Blanco	Visual
			Sabor	Dulce	Sensorial
		FISICOQUIMICA	Humedad	Máx. 1%	Método de Karl Fisher
			Azúcares reductores	Max. 0.3%	Azúcares reductores (método Lane Eynon)
SUERO DE LECHE	Se obtiene del secado por atomización, el resultado es un polvo no higroscópico	SENSORIAL	Aspecto	Polvo regular	Visual
			Color	Amarillo claro	Visual
			Sabor	Limpio, sin sabores extraños	Sensorial
		FISICOQUIMICA	Proteína	11 - 13%	Micro Kjeldahl
			Grasa	0.5 - 1.5%	Roese-Gottlieb
			Genizas	Max. 10%	Gravimétrico
			Humedad	Max. 5%	Análisis térmico por termobalanza
			Carbohidratos	69 - 71%	Gravimétrico
			Acidez titulable	Max. 0.16%	Por titulación
		MICROBIOLOGICA	Coliformes	< 10 UFC/g	NOM-112-SSA1-1994
			Cuenta total	< 10 000 UFC/g	NOM-092-SSA1-1994
			Salmonella	Negativo	NOM-114-SSA1-1994

REFERENCIAS:

Aarhus United, América Alimentos S.A de C.V, Badui, 2004., Danisco, Madrid y Cenzano, 2004., NOM-127-SSA1-1994, NOM-155-SCFI-2003, NMX-F-005-1993.

TABLA 3.20 ESPECIFICACIONES DE LOS ADITIVOS DEL HELADO REDUCIDO EN CALORÍAS SABOR VAINILLA.

ADITIVO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE EVALUACION	ESPECIFICACIONES		
			PARAMETROS	TOLERANCIAS	TECNICA DE EVALUACIÓN O MÉTODO
AMARILLO No. 5	Colorante artificial	SENSORIAL	Aspecto	Polvo fino	Visual
			Color	Amarillo contra estandar	visual por dilución
			Olor	Sin olor	Sensorial
GOMA DE ALGARROBO	Se extrae del endospermo de la semilla del algarrobo, es un polisacárido formado mananogalactos, se dispersa en agua fría y debe ser calentada a 85°C para lograr su hidratación total y generar su mayor viscosidad	SENSORIAL	Aspecto	Polvo fino	Visual
			Color	Beige	Visual
			Sabor	Característico	Sensorial
		FISICOQUIMICA	Humedad	10 - 12 %	Análisis térmico por termobalanza
			Viscosidad (Al 1%).	2800 - 3200 cps	Viscosímetro Brookfield RVT, a 60 RPM, Aguja 3 a 25°C.
		MICROBIOLOGICA	Coliformes	< 10 UFC/g	NOM-112-SSA1-1994
			Cuenta total	max. 70000 UFC/g	NOM-092-SSA1-1994
Hongos y levaduras	max. 300 UFC/g		NOM-111-SSA1-1994		
GOMA CARRAGENINA KAPPA	Polisacárido sulfatado lineal extraído de las algas marinas rojas, está constituido por Galactosa y Anhidrogalactosa. Tiene la propiedad de formar geles debido a que liga el agua en el sistema, se hidrata completamente a 80°C	SENSORIAL	Aspecto	Polvo fino	Visual
			Color	Beige	Visual
			Sabor	Característico	Sensorial
		FISICOQUIMICA	Humedad	<12 %	Análisis térmico por termobalanza
			Viscosidad (Al 4% en sol. de leche)	140 - 180 cps	Viscosímetro Brookfield RVT, a 60 RPM, Aguja 3 a 25°C.
		MICROBIOLOGICA	Coliformes	< 10 UFC/g	NOM-112-SSA1-1994
			Cuenta total	max. 2500 UFC/g	NOM-092-SSA1-1994
Hongos y levaduras	max. 50 UFC/g		NOM-111-SSA1-1994		
GOMA GUAR	Polisacárido que se obtiene por la pulverización del endospermo de la semilla de la planta de guar, tiene un alto peso molecular compuesto de unidades de galactosa y manosa combinadas a través de enlaces glucosídicos. Se hidrata sin necesidad de calentamiento alcanzando su máxima viscosidad a las 24 hrs	SENSORIAL	Aspecto	Polvo fino	Visual
			Color	Beige	Visual
			Sabor	Característico	Sensorial
		FISICOQUIMICA	Humedad	<12 %	Análisis térmico por termobalanza
			Viscosidad (Al 1%).	5000 cP	Aguja 3 a 20°C.
		MICROBIOLOGICA	Coliformes	< 10 UFC/g	NOM-112-SSA1-1994
			Cuenta total	max. 2000 UFC/g	NOM-092-SSA1-1994
Hongos y levaduras	max. 100 UFC/g		NOM-111-SSA1-1994		

ADITIVO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE EVALUACION	ESPECIFICACIONES		
			PARAMETROS	TOLERANCIAS	TECNICA DE EVALUACIÓN O MÉTODO
GOMA TARA	Polisacárido de alto peso molecular, constituido por unidades de Galactosa y manosa, combinados por enlaces glicosídicos, es parcialmente soluble en agua fría (60% a 25°C) y a 85°C se solubiliza totalmente.	SENSORIAL	Aspecto	Polvo regular	Visual
			Color	Crema claro	Visual
			Sabor	Sin sabor	Sensorial
		FISICOQUIMICA	Humedad	10 - 12 %	Análisis térmico por termobalanza
			Viscosidad (Al 1%).	5000 - 6000 cPs.	Velocidad 4 a 25°C.
		MICROBIOLOGICA	Coliformes	Pendiente	NOM-112-SSA1-1994
			Cuenta total	Pendiente	NOM-092-SSA1-1994
Hongos y levaduras	Pendiente		NOM-111-SSA1-1994		
MONOESTEARATO DE GLICERILLO	Se trata de una mezcla constituida principalmente por mono, di y triglicéricos de ácido esteárico y palmítico y en menor proporción de otros ácidos grasos. Punto de fusión: 56 - 61°C	SENSORIAL	Aspecto	Escamas de tamaño poco	Visual
			Color	Blanco a crema	Visual
		FISICOQUIMICA	Valor ácido	Max. 6.0 mgKOH/g	NMX-F-101-1987
MONO OLEATO DE SORBITAN	Se obtiene por esterificación de los sorbester con óxido de etileno, la molécula obtenida se denomina polisorbato. Es un emulsificante no iónico.	SENSORIAL	Aspecto	Líquido oleoso	Visual
			Color	Amarillo a naranja	Visual
			Sabor	Ligeramente amargo	Sensorial
		FISICOQUIMICA	Índice de saponificación	45 - 55 mgKOH/g	NMX-F-101-1987
			Valor ácido	Max. 2.0 mgKOH/g	NMX-F-101-1987

3.3.1.1 Especificaciones del envase.

Una especificación para materiales de empaque, es un documento en el cual quedan plasmadas todas las características específicas del material, características de su composición, estructura, dimensionales, niveles de calidad, condiciones de almacenaje, etc. (Rodríguez, 2005).

De acuerdo al Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC una especificación de envase es una descripción precisa y detallada, que contiene información sobre todos los aspectos necesarios, propiedades, características especiales, de un material de envase, y que facilita una comunicación sin ambigüedades entre el proveedor y el comprador. En México no existe una norma que regula este tipo de envase.

Descripción: El Envase está fabricado en cartoncillo laminado con polietileno por ambas caras, de 1000 ml, cuenta con tapa que tiene un faldón de plástico y la parte superior de está es de cartoncillo laminado (ver Fig. 3.1).

Características del envase:

- Material: Cartoncillo laminado con polietileno por ambas caras.
- Presentación: 1 litro.
- Peso del envase: 21 g
- Peso de la tapa: 9 g
- Medidas: A = 11.6 cm., B = 14.2 cm., C = 9.0 cm. (Ver Figura 3.3)
- Capacidad: 1030 ml.



Figura 3.1 Envase de 1 litro de cartoncillo laminado con polietileno.

Fuente: BYESA.

3.3.2 PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL HELADO REDUCIDO EN CALORÍAS.

Además de establecer las especificaciones de las materias primas para la elaboración del helado reducido en calorías, debe establecerse también el procedimiento de elaboración con la finalidad de estandarizar el proceso.

Es importante considerar en que momento debe ser adicionado cada ingrediente durante la preparación, pues si el orden de adición no es correcta se pueden generar problemas durante el proceso de elaboración.

Los emulsificantes deben ser incorporados en la grasa para que actúen adecuadamente en el producto final.

En el caso de las gomas se deben adicionar al inicio de la preparación al agua, pues este aditivo necesita ser casi en su totalidad dispersado pero en el caso de las gomas tara, carragenina K y algarrobo es necesario que la temperatura llegue hasta 85°C para que se hidraten completamente y proporcionen su funcionalidad al 100%. Los hidrocoloides deben ser previamente mezclados juntos y después adicionados a la preparación.

El helado contiene un porcentaje de grasa por lo cual es necesario que se realice la preparación en dos fases básicas, la primera denomina fase grasa y la segunda denominada fase acuosa. Esto es con la finalidad de que se realice adecuadamente la adición de los ingredientes.

Fase I (Fase grasa): Calentar la grasa a 62°C y adicionar los emulsificantes (primero el monoestearato de glicerilo y después el monooleato de sorbitan), debido a que el monoestearato de glicerilo se funde de 56 a 61°C.

Fase II (Fase Acuosa): Enviar el porcentaje de agua al tanque de mezclado (66.629%) con agitación constante, adicionar la mezcla de gomas (Guar, Carragenina K, Algarrobo y Tara) y agitar durante 4 min., después adicionar la leche, el suero de leche y el concentrado proteico de suero de leche, agitar durante 5 min., enseguida adicionar la polidextrosa, el sorbitol, la glucosa y la sucralosa, mezclar durante 5 min.

Fase III (Mezcla de fases I y II): Enviar la fase II al tanque donde se encuentra la fase I e iniciar calentamiento hasta 60°C con agitación constante, una vez alcanzada esta temperatura adicionar el color y el sabor y agitar durante 3 minutos mas para la adecuada dispersión de ambos en la mezcla.

Una vez concluida la preparación de la mezcla enviar al homogenizador, homogenizar a 17.5×10^6 Pa; 14×10^6 Pa en el primer paso y 3.5×10^6 Pa en el segundo paso (parámetro establecido considerando la referencia Baer et al, 1997).

Pasteurizar a 85°C durante 30 segundos.

Enfriar la mezcla hasta 4°C y enviar a un tanque de maduración durante 1 h 30 min. con agitación lenta.

Después de concluido el tiempo de maduración enviar al equipo de congelación a -2°C/ - 7°C con agitación constante.

A la salida del congelador, enviar el producto a la línea de envasado.

Una vez envasado el producto enviar a Congelación Profunda a -40°C con una velocidad de aire de 3 a 8 ms⁻¹.

Una vez terminado el proceso de manufactura almacenar el producto a -30°C.

En la Figura 3.2 se representa el diagrama de proceso para la elaboración del helado reducido en calorías.

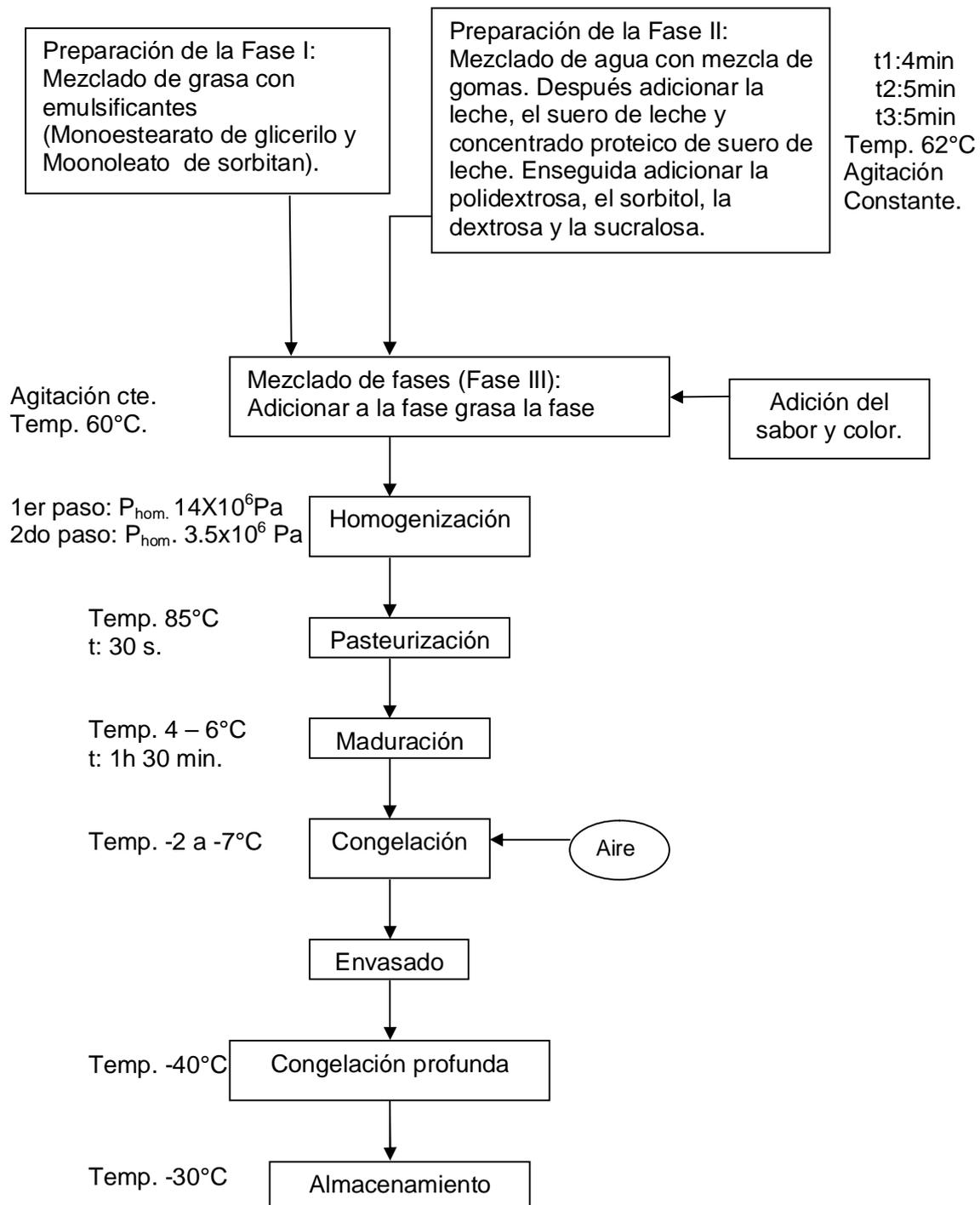


Figura 3.2 Diagrama de proceso para la elaboración del helado reducido en calorías.

3.3.3 PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN.

El sistema de “análisis de riesgos y control de puntos críticos” es una estrategia de prevención que prioriza el aspecto sanitario con el objeto de garantizar la inocuidad e idoneidad de los productos elaborados a nivel del consumidor y comprende una de acciones que se inician con la identificación de los peligros, la probabilidad de su ocurrencia o riesgo, evaluación de los efectos y severidad, identificando los puntos críticos, estableciendo medidas de control para reducir sus efectos, la vigilancia de los productos críticos mediante límites de tolerancia y tomar las acciones correctivas si hubiera alguna desviación (Manipulación de Alimentos, 2003).

A continuación en la Figura 3.3 se presenta el HACCP diseñado para el producto:

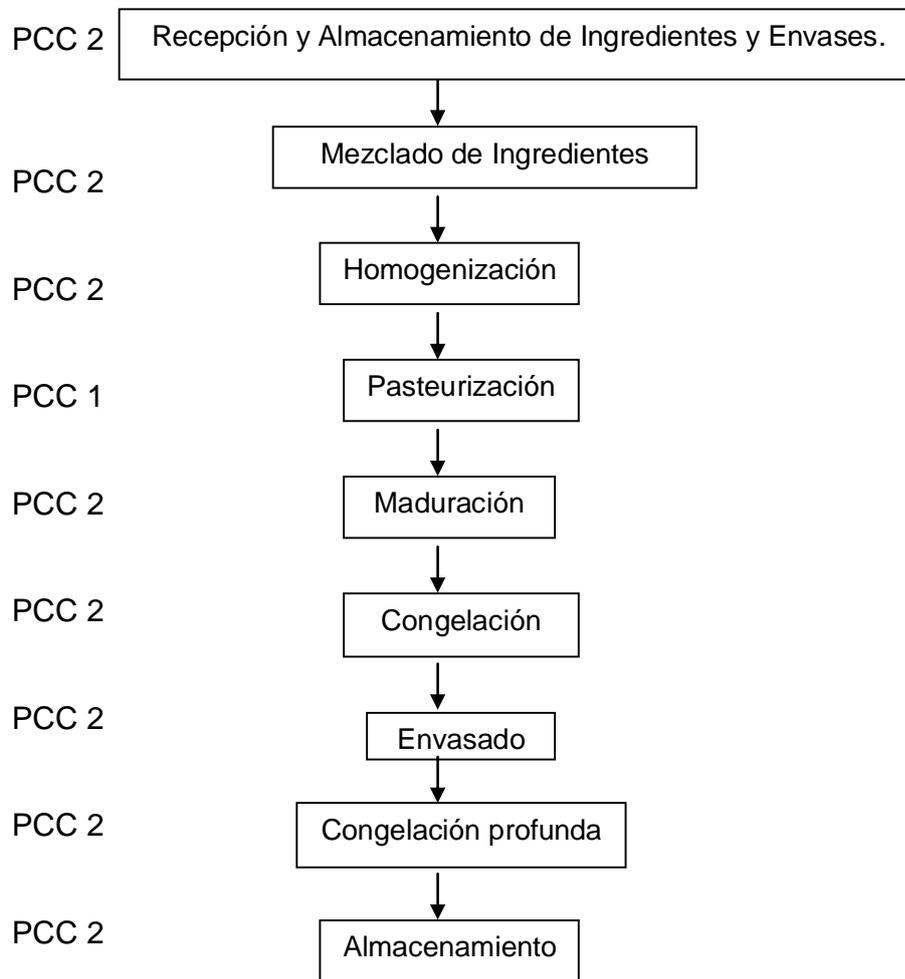


Fig. 3.3 Diagrama de flujo del Análisis de Riesgos y Control de puntos críticos en la línea de producción del helado reducido en calorías.

Los puntos señalados como PCC1 aseguran la eliminación de un riesgo; los PCC2 indican puntos en los que el riesgo puede ser controlado pero no eliminado o bien aspectos que deben controlarse para garantizar la adecuada calidad del producto.

En la tabla 3.21 se establecen los riesgos, el objetivo del control, el método de monitoreo y la verificación del sistema para cada etapa del proceso.

TABLA 3.21 HACCP.

ETAPA	PCC	Riesgo	Objetivos de Control	Método de monitoreo o vigilancia:	Verificación o comprobación del sistema:
Recepción y Almacenamiento de los ingredientes.	PCC 2	Ingredientes contaminados en el momento de la recepción. Ingredientes contaminados durante el almacenamiento. Envases de calidad no higiénica o contaminados por polvo.	Asegurar la calidad de todos los ingredientes. Asegurar que los ingredientes se conservan en condiciones correctas y se utilizan en el tiempo establecido.	Adquirir los ingredientes con proveedores confiables. Controlar las condiciones de almacenamiento y la rotación del stock. Se mantendrán a una temperatura constante, dependiendo de la naturaleza. Durante la recepción de los envases comprobar que estén protegidos del polvo y que el sistema de protección de los mismos se mantenga.	Calidad del producto final. Análisis microbiológico de los ingredientes.
Mezcla de los ingredientes. Fases de preparaciones I, II y III.	PCC 2	Incorporación accidental de sustancias tóxicas al equipo donde se realizara el mezclado de los Proliferación microbiana en el equipo de mezclado.	Evitar la contaminación microbiana, física y química del	Controlar las temperaturas cuando se utiliza el mezclado en caliente (Fase II y Supervisión de la preparación y de la Realizar una inspección antes de cada preparación.	Calidad del producto final.
Homogeneización	PCC2	Proliferación microbiana en el equipo de homogeneización.	Evitar la contaminación microbiana por el homogeneizador.	Realizar una inspección antes de cada producción.	Calidad y estructura del producto final.
Pasteurización	PCC1	No eliminación de la flora microbiana por fallo en la pasteurización. Contaminación procedente de superficies contaminadas del equipo.	Dstrucción térmica de las formas vegetativas de los microorganismos patógenos.	Controlar la temperatura del producto en la etapa de mantenimiento y después del enfriamiento. Comprobar las condiciones del equipo (desgaste de juntas, etc.) de una forma regular y rutinaria. Limpieza y desinfección a fondo.	Calidad del producto final.
Maduración	PCC2	El tanque suele ser un buen medio de cultivo si no se toman las precauciones debidas durante esta fase, los gérmenes resistentes a la pasteurización o los procedentes de una recontaminación posterior a la misma, pueden multiplicarse hasta alcanzar niveles elevados.	Mantener la temperatura de maduración constante para evitar contaminación microbiana.	Controlar la temperatura de la mezcla durante la refrigeración y maduración. El equipo utilizado debe estar provisto de termómetro. Incrementar las medidas de limpieza-desinfección del equipo.	Calidad del producto final. Recuento de microorganismos psicrótrofos en el producto final.

ETAPA	PCC	Riesgo	Objetivos de Control	Método de monitoreo o vigilancia:	Verificación o comprobación del sistema:
Congelación	PCC 2	<p>Proliferación de microorganismos por el equipo.</p> <p>Presencia de materias extrañas: esquirlas metálicas o partículas de aceite procedentes del batidor.</p> <p>Contaminación microbiológica procedente del aire durante el batido.</p>	Transferir el helado lo más rápido posible a la envasadora y de esta al túnel de endurecimiento.	Controlar la operación de congelación. Deben instalarse sistemas de registro en el equipo.	<p>Calidad del producto final.</p> <p>Comprobar la calibración del equipo.</p>
Envasado	PCC 2	<p>Contaminación microbiológica procedente de los envases o del manipulador.</p> <p>Presencia de materias extrañas por envases o cierres de los envases defectuosos.</p>	<p>Asegurar que el envasado se realiza a la temperatura correcta.</p> <p>Proteger al helado frente a cualquier contaminación durante el envasado.</p> <p>Garantizar que el envase utilizado proporciona una buena protección.</p>	<p>Controlar continuamente la temperatura real del producto utilizando termómetros-registradores.</p> <p>Adquirir el material de envasado en un proveedor garantizado y utilizarlo siguiendo sus recomendaciones.</p> <p>Controlar el funcionamiento de la envasadora.</p>	<p>Valoración de la calidad del producto final.</p> <p>Valoración en uso del envase.</p>
Congelación profunda.	PCC 2	Enfriar el producto a la temperatura adecuada en el tiempo adecuado.	<p>Control de la temperatura de la mezcla durante el proceso. El equipo utilizado debe estar provisto de termómetro.</p> <p>Establecer un sistema para garantizar que el producto ha alcanzado la temperatura adecuada en su centro.</p>		Calidad del producto final.
Almacenamiento	PCC 2	Crecimiento de la carga microbiana por una conservación inadecuada. El ascenso de la temperatura del helado durante esta fase no podrá llegar nunca a alcanzar temperaturas óptimas para el crecimiento microbiano. Dada la naturaleza del helado se producirá antes una pérdida de valor comercial que una proliferación microbiana al aumentar la temperatura.	Mantener el producto a la temperatura adecuada evitando romper la cadena del frío.	<p>Controlar la temperatura del producto en la cámara frigorífica y durante su distribución. El equipo utilizado debe estar provisto de termómetro.</p> <p>Establecer un sistema para garantizar que no hay variaciones importantes de temperatura que alteren la cadena del frío y la calidad del producto.</p>	<p>Calidad del producto final.</p> <p>Inspección de los registros de la planta y del transporte.</p>

3.3.4 EVALUACIONES DEL PRODUCTO TERMINADO PROPUESTO

Las especificaciones del producto son el conjunto de características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas distintivas del producto.

3.3.4.1 Evaluación Sensorial:

La evaluación sensorial se basa en el trabajo a través de “degustaciones” con la participación de personas a las cuales se les denomina jueces y mediante la aplicación de pruebas específicas (Rodríguez, 2005).

Hay dos tipos de métodos de análisis que se pueden realizar y estos son los métodos afectivos y los analíticos. De acuerdo al tipo de información que se desea conocer se puede realizar uno u otro (Solans, 2007).

Los métodos afectivos: (de agrado) abarcan pruebas de aceptabilidad (si me gusta o me disgusta), pruebas de grado de aceptabilidad usando escalas hedónicas (cuanto me gusta) y pruebas del grado de preferencia (ordenar las muestras según el grado de preferencia) (Solans, 2007).

Generalmente cuando se trabaja con consumidores, las normas indican que es necesario para que las conclusiones sean confiables, trabajar con cien o más personas para de esta manera eliminar respuestas poco confiables, como la de una persona resfriada, cansada o que realiza la prueba únicamente por curiosidad (Solans, 2007).

En los métodos analíticos: se trabaja con gente entrenada, por lo tanto se trabaja con menos personas, por el entrenamiento son datos confiables con menos error y reproducibles. Estos métodos utilizan para estudiar pequeñas diferencias entre alimentos, para describir y cuantificar esas diferencias.

También se pueden trazar perfiles sensoriales de un producto y a partir de ello, por ejemplo determinar la fecha de vencimiento, o la sustitución de una materia prima por otra debida al cambio de un proveedor o una sustitución (Solans, 2007).

En los métodos analíticos se realizan: 1) Pruebas Descriptivas, las cuales miden las propiedades de los alimentos de manera objetiva, detectando la magnitud o intensidad de los atributos del alimento. 2) Pruebas Discriminativas,

Se utilizan habitualmente cuando hay cambios en la formulación de un producto, participan 10 o más evaluadores entrenados.

Los Métodos analíticos son:

- § Test de diferencia global: test del triangulo, dúo trío.
- § Test de diferencia por atributos: comparación por pares, comparación múltiple.
- § Perfiles sensoriales: cuantificación por descriptor.

Por ser un desarrollo que competirá con las marcas comerciales existentes en el mercado se deben realizar inicialmente las pruebas analíticas antes de que el producto sea lanzado al mercado para conocer su similitud con las otras marcas y finalmente se realizarán las pruebas afectivas, para determinar si el consumidor acepta el producto. Si el producto es aceptado se lanzará al mercado.

Una vez que el producto sea lanzado al mercado se realizara una evaluación sensorial de rutina durante el proceso de elaboración (Ver Tabla 3.22):

Se realizara teniendo en cuenta su apariencia, textura, sabor y propiedades de fusión:

- Apariencia: Prueba empírica donde la evaluación se realiza examinando la muestra y la superficie de corte. Considerar los siguientes puntos: superficie, color, pureza visible y cantidad y uniformidad de ingredientes/saborizante.
- Cuerpo y textura: Abarca suavidad, uniformidad, granulosidad, adhesividad, presencia o ausencia de arenosidad y tamaño relativo de los cristales de hielo.

Se puede realizar cortando una muestra con una espátula y paladearla, dejando que se derrita en la boca o utilizando un texturómetro

- Sabor: Se realiza mediante una prueba empírica dejando derretir la muestra en la boca.

Tabla 3.22 Especificaciones sensoriales del helado reducido en calorías.

Parámetro	Tolerancias	Método
Apariencia	Helado de color amarillo pálido.	Visual
Textura	Estructura cremosa, uniforme, ligera y suave.	Visual y sensorial
Sabor	Vainilla	Sensorial

3.3.4.2 Evaluación Físicoquímica:

Las especificaciones físicoquímicas se establecen de acuerdo a los parámetros que se estarán monitoreando durante la producción en línea e influyen directamente con las características de calidad del producto final (Ver tabla 3.23).

Es importante mencionar que dependiendo de la formulación se establecen las tolerancias del producto, no existen tolerancias estandarizadas para los helados por lo cual a continuación se consideran los parámetros importantes del producto terminado.

En la NOM-036-SSA1-1993 no se establecen tolerancias físicoquímicas para ningún tipo de helado y no existen referencias bibliográficas que las indiquen, por lo cual en algunos parámetros no se colocan tolerancias pues por ser solo una propuesta de una formulación reducida en calorías no es posible establecer las mismas. En el análisis para determinar grasa si presenta tolerancia debido a que el contenido de grasa se establece en la formulación.

Tabla 3. 23 Especificaciones físicoquímicas del Helado reducido en calorías.

Parámetros	Tolerancias	Método de Análisis
Viscosidad	-	Viscosímetro Brookfield.
Grasa	3.5 %	Rose- Gottlieb
Acidez	-	Por titulación.
Overrun	-	Peso por unidad de volumen
Prueba al derretimiento	-	Medición empírica.

*Prueba al derretimiento: Es la habilidad del helado para resistir el derretimiento cuando es expuesto a altas temperaturas por un periodo de tiempo (temperatura inicial de -18°C hasta 25°C). Es una medición empírica que refleja un número de factores, incluidos su microestructura y la formulación. Con esta prueba se puede ver el efecto de algún cambio en la formulación o del proceso en las propiedades del helado (Clarke, 2004).

3.3.4.3 Evaluación Microbiológica.

De acuerdo a la norma NOM-036-SSA1-1993 el producto terminado debe cumplir con las siguientes especificaciones microbiológicas (Tabla 3.24):

Tabla 3.24 Especificaciones microbiológicas del helado reducido en calorías.

Especificaciones	Limite Máximo (UFC/g)	Método para la determinación.
Mesofílicos aerobios	200,000	NOM-092-SSA1-1994
Coliformes totales	100	NOM-113-SSA1-1994
Salmonella en 25 g	Ausente	NOM-114-SSA1-1994

Para realizar el procedimiento para la toma de muestra y la preparación y dilución de las muestras para el análisis microbiológico considerar las normas NOM-109-SSA1-1994 Y NOM-110-SSA1-1994 respectivamente.

3.3.5 ESPECIFICACIONES DE ETIQUETADO DEL NUEVO PRODUCTO.

De acuerdo a lo establecido en la NOM-051-SCFI-1994, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados se debe considerar lo siguiente:

✓ **Lista de ingredientes:**

- § Debe ir encabezada o precedida por el término “ingredientes”.
- § Los ingredientes del alimento preenvasado deben enumerarse por orden cuantitativo decreciente.

§ Se debe indicar en la lista de ingredientes el agua añadida por orden de predominio.

§ Cuando se declare el uso de aditivos permitidos en la elaboración de los alimentos y bebidas no alcohólicas, pueden emplearse las denominaciones genéricas o el nombre específico del aditivo.

Ingredientes: Agua, Polidextrosa, Leche descremada en polvo, Grasa Vegetal, Glucosa, Sorbitol, concentrado proteico de suero de leche, suero de leche, Monoestearato de glicerilo, emulsificantes (monoestearato de glicerilo y monooleato de sorbitan), mezcla de gomas (Guar, algarrobo, tara y carragenina), sabor artificial vainilla, color amarillo 5 y sucralosa (20.8 mg/100 g*).

*El contenido esta expresado en mg/100 g del producto de acuerdo con la NOM-086-SSA1-1994.

✓ **Contenido neto y masa drenada.**

§ Debe declararse el contenido neto en unidades del sistema General de Unidades de Medida de conformidad a lo que establece la NOM-030-SCFI-2006, independientemente de que también pueda expresarse en otras unidades.

Conforme al contenido neto del producto, la altura mínima de los números y letras en el envase del producto para declarar el contenido es de 3.0 mm.

Se debe declarar: CONT. NET. 1 L (563 g).

✓ **Fecha de caducidad.**

La fecha de caducidad se debe definir después de realizar un estudio de vida de anaquel, el cual consiste en la determinación del periodo de tiempo en el cual el alimento conserva sus cualidades. Como en este caso no se realizó el desarrollo físico del producto y solo es una propuesta no se establece vida de anaquel.

✓ En la etiqueta se debe incluir la leyenda: “Consérvese en congelación”.

✓ **INFORMACIÓN NUTRIMENTAL.**

Nombre del Producto: Helado de vainilla reducido en calorías.

Tabla 3.25 Tabla de Información Nutricional del Helado reducido en calorías.

Nutrimento	Contenido 100 g	Por porción (75 g)
Contenido Energético KJ (Kcal)	443 (105)	332 (79)
Proteínas g	5.17	3.88
Grasas (lípidos) g	3.76	2.82
Carbohidratos g	12.14	9.11
Fibra soluble g	10.00	7.5
Azúcar g	0	0

*Porción: Cantidad de producto que se consume por ingestión, expresada en unidades del Sistema General de Unidades de Medida.

CAPITULO IV. CONCLUSIONES.

De acuerdo con la información obtenida durante el desarrollo del proyecto, se observa que:

- § Fue fundamental definir el concepto del producto a desarrollar, la búsqueda de la legislación vigente en el lugar donde se pretende vender el producto, el tipo de envase y las características de calidad que se desean, debido a que estos puntos dieron la pauta para las propuestas de formulaciones.
- § La etapa más importante de la tesis se realizó durante el desarrollo de la formulación (en el objetivo 2), donde fue necesaria la selección de los ingredientes y aditivos, para eso fue fundamental conocer el papel que desempeñaba cada uno y su funcionalidad en el producto el cual proporcionó las características de calidad buscadas en el producto final.
- § Se propusieron 9 formulaciones considerando como variables claves a aquellos ingredientes que permitieran la eliminación del azúcar y la disminución del contenido de grasa en el producto, los sustitutos considerados por proporcionar características similares al producto fueron: el sorbitol, la povidexrosa, las maltodextrinas, la inulina y el concentrado proteico de suero de leche.
- § Se obtuvieron formulaciones que cumplían con el concepto inicial, un reducido contenido energético y con buenas características de calidad, de acuerdo con la revisión bibliográfica.
- § Se estableció la formulación con mayor factibilidad a la propuesta "B", considerando que presentó una reducción en su contenido energético de 105 kcal/100g de producto, su costo fue de \$10.847 el kilo y la funcionalidad de los ingredientes de acuerdo con la revisión bibliográfica es satisfactoria obteniendo un producto con buenas características.
- § Se presentó esta propuesta con una reducción de costo del 5.66% (\$10.232 kg), la cual finalmente se estableció como la formulación final.

- § Se definió a la povidexrosa y sorbitol como los mejores sustitutos del azúcar y grasa con base en su funcionalidad, el uso de sorbitol proporcionó una disminución del costo pues es uno de los sustitutos más económicos en el mercado, y la povidexrosa aporta la textura cremosa y la palatabilidad semejante a un producto con mayor contenido de grasa.
- § Se estructuró el manual de procedimientos para la manufactura del producto considerando las especificaciones de las materias primas y el producto terminado incluyendo el procedimiento de elaboración del producto y los puntos críticos de control del proceso obteniendo la documentación general del producto, con lo cual teóricamente se concluye el proyecto de desarrollo.
- § En el desarrollo del nuevo producto fue importante considerar todos los puntos anteriores para obtener un producto que cumpliera con las expectativas del concepto inicial.

RECOMENDACIONES

- § Este proyecto puede establecerse como base para continuarlo de forma experimental y determinar experimentalmente la factibilidad de cada una de las formulaciones propuestas.

REFERENCIAS

LIBROS.

1. Badui B.S. (1994); Química de los Alimentos., Tercera edición, Alhambra.
2. Belitz H., Grosch W. (1997), Química de los alimentos, Segunda edición, Acribia, España.
3. Clarke, C. (2004), The science of ice cream, Cambridge: Royal Society of Chemistry.
4. Coles R. (2004), Manual de envasado de alimentos y bebidas., AMV: Mundiprensa., España.
5. Cubero N., Monferrer A., Villalta J. (2002), Aditivos alimentarios., Editorial Mundiprensa.
6. Domínguez M., Álvarez G.M., García G.S., (1995): Dirección de operaciones: aspectos estratégicos en la producción y los servicios, Mcgraw-hill.
7. Hart F.L, Johnstone F. H. (1991)., Análisis moderno de los alimentos., Editorial Acribia., Zaragoza.
8. Hui Y.H., Cornillon P., Guerrero L.I., Lim M.H., Murrell K.D., Kip W. (2004), Handbook of frozen foods., Food Science and Technology., Marcel Dekker, INC., New York.
9. Madrid V.A., Cenzano I. (2003), Helados: elaboración, análisis y control de calidad., Mundi-prensa, España.
10. Mahuat M., Jeanent R., Schuck P., Brule G., (2004), Productos lácteos industriales., Acribia, Zaragoza.
11. Sin autor (2003), Manipulación alimentos: helados y horchatas., Prisma centro de formación: Minim., España.
12. McClements, D.J. (2005), Food emulsions: principles, practice, and techniques., Boca Raton: Crc.
13. Rodríguez T.J. (2005), Manual de ingeniería y diseño de envase y embalaje para la industria de los alimentos, químico, farmacéutica y cosméticos., IMPEE., México.

14. Roudot, A-C. (2004), Reología y análisis de la textura de los alimentos., Acibia, España.
15. Schroeder, R.G. (1992): Administración de operaciones. Toma de decisiones en la función de operaciones, 3a edición, McGraw-hill, México.
16. Urban, G.; Hauser, J. (1993): Design and marketing of new products, 2nd edition, Englewood cliffs, ni, prentice-hall.
17. Walstra P, Wuters J, Geurts T. (2006), Dairy science and technology, second edition. Taylor & Francis.
18. Ziller, S., (1996)., Grasas y Aceites Alimentarios., 1ra. Edición., Acibia., España.

ARTICULOS

19. Ancona, D.G.; Caldwell, D.F. (1990): Improving the performance of new product teams, *Research Technology Management*, 33; 25-29.
20. Baer R., Wolkow M., and Kasperson K. (1997); Effect of emulsifiers on the body and texture of low fat ice cream., *Journal Dairy Science*, 80; 3123 – 3132.
21. Basso L. (2004); Las grasas usadas en helados y sus posibles sustitutos., *Carnilac industrial.*, junio-julio.
22. Bonvini N. (Sin año); Envases: No solo contienen a los alimentos., Programa de Calidad de los Alimentos Argentinos y SAGPyA.
23. Brown, S.L; Eisenhardt, K.M (1995): Product Development: past research, present findings, and future directions, *Academy of management review*, 20 (2); 343-378.
24. Clark, K.B., Fujimoto, T. (1989): Overlapping problem solving in product development, *Managing international manufacturing*, North-holland, Amsterdam.
25. Clark, K.B. Fujimoto, T. (1991): Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry, Harvard business school press.

26. Copper, R.G. (1983): A process model for industrial new product development, *IEEE transactions on engineering management*, 30 (1); 2-11.
27. Cooper, R.G.; Kleinschmidt, E.J. (1986): An investigation into the new product process: steps, deficiencies, impact, *Journal of product innovation management*, 3; 71-85.
28. Craig, A.; Hart, S. (1992): Where to now in new product development research?, *European journal of marketing*, 26 (11); 3-49.
29. Garcia R., Marshall R., Heymann H. (1995), Lowfat ice creams from freeze-concentrated versus heat-concentrated nonfat milk solids, *Journal dairy science*, 78, 2345 – 2351.
30. Gerdes S. (2005)., Synbiotic synergy of probiotics and prebiotics., *Food product design.*, may.
31. Granger C., Leger A., Barey P., Langendorff V., Cansell M. (2005), Influence of formulation on the structural networks in ice cream., *Internacional dairy journal*, 15, 255-262.
32. Goff D. (1997), Review: colloidal aspects of ice cream – a review., *Internacional dairy journal*, 7; 363 – 373.
33. Hidalgo, A. (2002); La planificación del desarrollo de nuevos productos en la empresa extendida, *Economía industrial*, 347; 149-164.
34. Hyvönen L., Linna M., Tuorila H., Dijksterhuis G. (2003), Perception of meeting and flavor release of ice cream containing different types and contents of fat, *Journal dairy science*, 86 (4); 1130 – 1138.
35. Johnson, B., (2006); Los concentrados de proteína de suero y sus aplicaciones en productos bajos en grasa; *Mundo Lácteo y Cárnico*; Marzo- Abril; 24 – 28.
36. Lucas T., Leray D., Barey P., Mariette F. (2005), NMR assessment of ice cream: effect of formulation on liquid and solid fat., *Internacional dairy journal.*, 15; 1225 – 1233.

37. Meyer, M.H.; Utterback, J.M. (1995): Product development cycle time and commercial success, *Ieee transactions on engineering management*, 42 (4); 297-304.
38. Minguela, B.; Rodríguez, A.; Arias, D. (2000); Desarrollo de nuevos productos: consideraciones sobre la integración funcional, *Cuadernos de estudios empresariales*, 10; 165-184.
39. Ohmes R., Marshall R., Heymann H. (1998)., Sensory and physical properties of ice creams containing milk fat or fat replacers., *Journal dairy science.*, 81; 1222-1228.
40. Patterson, M. (1997): Las fases del desarrollo de nuevos productos, *Harvard deusto business review*.
41. Pinto, M.; Pinto, J.(1990): Project team communication and cross-functional cooperation in new program development, *Journal of product innovation management*, 7(4); 200-212.
42. Slack, N.; Chamber, S.; Johnston, R.; Harrison, A.; Harland, C. (1995): Operations management, Pitman publishing.
43. Sofjan R., Hartel R. (2004)., Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream., *International dairy journal.*, 14; 255 – 262.
44. Song, X.; Montoya-weiss, M.; Schmidt, J. (1997): antecedents nod consequences of cross-functional cooperation: a comparison of r&d, manufacturing, and marketing perspectives, *Journal of product innovation management*, 14; 35-47.
45. Mac Swiney, G. (2006); ¿Cómo se desarrolla un nuevo producto? , *énfasis alimentación*, 4; 136-140.
46. Vega c., goff h. (2005), phase separation in soft-serve ice cream mixers: rheology and microstructure. *International dairy journal.*, vol. 15., pp. 249 – 254.
47. Wagner, S., (2000)., Sistemas estabilizantes; la clave para obtener buena calidad y vida útil en postres helados., *industria alimenticia*.

48. Xie, J.; Song, M.; Stringfellow, A. (1998): interfunctional conflict, conflict resolution styles, and new product success: a four-culture comparison, Management science, dec, 44 (12); 192-206.

TESIS Y CURSOS.

49. Armenta R.D (1992)., Tesis: Propuesta para la elaboración de un nuevo producto tipo helado de bajo contenido calórico., Facultad de Química, Carrera Química en Alimentos, UNAM.
50. Carreño O.H. (2006), Modulo I: Generalidades de los aditivos., 6° diplomado en aditivos alimentarios, Facultad de Química, UNAM.
51. Carreño O.H., Llera F.M. (2006), Módulo VI: Selección de aditivos para la formulación de alimentos., 6° diplomado en aditivos alimentarios, Facultad de Química, UNAM.
52. Llera F.M. (2006), Modulo V: Emulsificantes, 6° diplomado en aditivos alimentarios, Facultad de Química, UNAM.
53. López S. C. (1997); Tesis: Desarrollo de un helado de crema bajo en calorías, a base de una povidexrosa y un suero de leche en polvo., Facultad de Química, Carrera Química en Alimentos, UNAM.
54. Morales,, R.A. (1991); Tesis: manual de procedimientos prácticos para el desarrollo de nuevos productos en la industria alimentaria», Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan, Carrera Ingeniería en Alimentos, UNAM.
55. Pereda R.J. (1997).; Tesis: envases y empaques utilizados en la industria Láctea., Facultad de Química, Carrera Químico Farmacéutico Biólogo, UNAM.
56. Soto R. (2006), Modulo IV: Hidrocoloides como aditivos alimentarios., 6° diplomado en aditivos alimentarios, Facultad de Química, UNAM.

NORMAS

57. Norma Oficial Mexicana NOM-036-SSA1-1993. Bienes y servicios. Helados de crema, de leche o grasa vegetal, sorbetes y bases o mezclas para helados. Especificaciones sanitarias.

58. Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
59. Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI-1994. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados.
60. Norma Oficial Mexicana NOM-030-SCFI-2006. Información Comercial-Declaración de Cantidad en la Etiqueta-Especificaciones.
61. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-limites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Paginas de Internet de consulta.

www.intracen.org (Nota sobre embalaje para la exportación 18 del Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC).

www.fedepalma.org (federación del aceite de palma en Colombia).

www.espanol.cottonseed.com

www.caloils.com

www.alfa-editores.com

www.mundohelado.com

www.acofarma.com

www.glutal.com.ar

www.ific.org

www.mypsaplasticos.com

www.byesa.com

<http://www.fao.org/DOCREP/005/Y1579S/y1579s03.htm> (*Codex Alimentarius - Higiene de los Alimentos - Textos Básicos - Segunda Edición*).

[www.revistainterforum.com/espanol/articulos/120902Naturamente envases.htm](http://www.revistainterforum.com/espanol/articulos/120902Naturamente_envases.htm)

www.portal.aniame.com (*Artículo El aceite de palma y sus aplicaciones, empresa AarhusUnited*).

www.fmcbypolimer.com

www.fda.gov

www.fao.org/ag/agn/jecfa/index_es

GLOSARIO.

Abuso térmico: Fluctuaciones de temperatura provocadas durante el almacenamiento del helado para observar la estabilidad del mismo.

Aditivo. Sustancia adicionada como micro ingrediente de forma intencional con el fin de mejorar la aceptación por parte del consumidor, facilitar su proceso o aumentar su vida de anaquel. (Carreño, 2006).

Coalescencia: unión de las partículas de la fase dispersa.

Congelación Parcial: Etapa del proceso de elaboración del helado en el cual se baja la temperatura hasta -8°C y se inyecta aire a la mezcla para formar el helado

Congelación Profunda: Etapa del proceso de elaboración del helado en el cual se completa la congelación del agua bajando la temperatura del helado hasta aproximadamente -15°C .

Dispersión o coloides: sistema de multifases no homogéneas en equilibrio, consta de una o más fases dispersas o discontinuas, llamadas micelas, contenidas en una fase continua. Todos los coloides poseen una carga eléctrica, la carga de las micelas de un coloide es del mismo signo y por lo tanto tienden a repelerse unas a otras, lo que evita su agregación y facilita que se mantengan en suspensión y distribuidas de una manera casi uniforme en la fase dispersante o continua.

Estabilizantes: Sustancia o mezcla de sustancias que mantiene homogéneos a los productos constituidos por dos o más fases inmiscibles, impidiendo su separación.

Gel: cuerpo semisólido con diferentes grados de elasticidad y firmeza, que consiste en una red tridimensional de partículas o macromoléculas interconectadas que atrapan e inmovilizan en su interior la fase continua, generalmente agua. La gelificación se produce después de la solubilización de las moléculas del hidrocoloide (que se lleva a altas temperaturas), una vez que el sistema se enfría se establecen las uniones entre las moléculas ya solubilizadas formando el gel.

Índice de sólidos grasos (ISG): Indica el comportamiento de la grasa a distintas temperaturas, se induce la formación de una mezcla de lípidos que se encuentra en estado líquido y sólido en una relación que depende de la temperatura.

Poder edulcorante (capacidad edulcorante): es una medición subjetiva tomando como base la comparación de la sacarosa, a la que se le da valor arbitrario de 1. Es decir, si un compuesto tiene un poder de 2 (siendo 1 para la sacarosa) indica que es 100% más dulce que el disacárido.