



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**APROVECHAMIENTO DE LA MEZCLA DE DESECHO  
GENERADA DURANTE LA FABRICACIÓN DE HELADO  
CREMOSO**

**Viviana de los Ángeles Telón Ochoa**  
Asesorado por el Ing. Juan Carlos Fuentes

Guatemala, septiembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APROVECHAMIENTO DE LA MEZCLA DE DESECHO GENERADA  
DURANTE LA FABRICACIÓN DE HELADO CREMOSO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**VIVIANA DE LOS ÁNGELES TELÓN OCHOA**  
ASESORADO POR EL ING. JUAN CARLOS FUENTES GODÍNEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA QUÍMICA**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing.	Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing.	Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing.	Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br.	Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br.	Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing.	Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

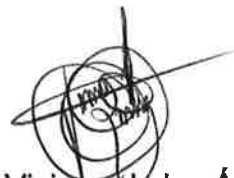
DECANO	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga.	Lorena Victoria Pineda Cabrera
EXAMINADOR	Ing.	Williams Guillermo Álvarez Mejía
EXAMINADOR	Ing.	Rodolfo Francisco Espinoza Smith
SECRETARIO	Ing.	Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi informe final de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) titulado:

### **APROVECHAMIENTO DE LA MEZCLA DE DESECHO GENERADA DURANTE LA FABRICACIÓN DE HELADO CREMOSO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 26 de agosto de 2009.



Viviana de los Ángeles Telón Ochoa

Guatemala, 07 de febrero de 2011

Ing. Williams G. Alvarez Mejía  
Director de Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Alvarez Mejía.

Por este medio le informo que he revisado y aprobado el informe final del trabajo de graduación correspondiente al Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) titulado **"APROVECHAMIENTO DE LA MEZCLA DE DESECHO GENERADA DURANTE LA FABRICACIÓN DE HELADO CREMOSO"**, de la estudiante Viviana de los Ángeles Telón Ochoa.

Sin otro particular me suscribe de usted.

Atentamente,

  
Ing. Juan Carlos Fuentes  
INGENIERO QUIMICO  
*Juan Carlos Fuentes G.*  
Colegiado-No. 764



Guatemala, 04 de noviembre de 2010.  
Ref.EPS.DOC.807.11.10.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.


Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Viviana de los Ángeles Telón Ochoa** de la Carrera de Ingeniería Química, con carné No. **200312910**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“APROVECHAMIENTO DE LA MEZCLA DE DESECHO GENERADA DURANTE LA FABRICACIÓN DE HELADO CREMOSO”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
Inga. Lorena Victoria Pineda Cabrera  
Asesora-Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Química



c.c. Archivo  
LVPC/ra



Guatemala, 31 de mayo de 2011  
Ref. EI.Q.136.2011

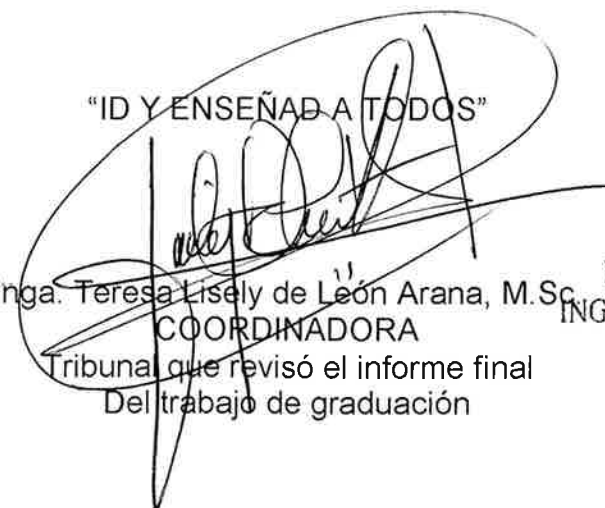
Ingeniero  
**Williams Guillermo Álvarez Mejía**  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el Acta EPSFG-1472011-B-IF le informo que reunidos los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del informe final del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-, para optar al título de INGENIERA QUÍMICA a la estudiante universitaria **VIVIANA DE LOS ÁNGELES TELÓN OCHOA**, identificada con carné No. **2003-12910**, titulado "**APROVECHAMIENTO DE LA MEZCLA DE DESECHO GENERADA DURANTE LA FABRICACIÓN DE HELADO CREMOSO**", el cual ha sido asesorado por el Ingeniero Químico **Juan Carlos Fuentes**, como consta en el Acta.

Habiendo encontrado el referido informe final **satisfactorio**, se procede a recomendarle autorice a la estudiante **Telón Ochoa** proceder con los trámites requeridos de acuerdo a normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

  
Inga. Teresa Lisely de León Arana, M.Sc.  
COORDINADORA  
Tribunal que revisó el informe final  
Del trabajo de graduación




ESCUELA DE  
INGENIERIA QUIMICA

C.c.: archivo



El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Ejercicio Profesional Supervisado (**EPS final**) de la estudiante **VIVIANA DE LOS ÁNGELES TELÓN OCHOA** titulado: **“APROVECHAMIENTO DE LA MEZCLA DE DESECHO GENERADA DURANTE LA FABRICACIÓN DE HELADO CREMOSO”**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

  
Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía, C.Dr.  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, septiembre de 2011

Cc: Archivo  
WGAM/ale





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **APROVECHAMIENTO DE LA MEZCLA DE DESECHO GENERADA DURANTE LA FABRICACIÓN DE HELADO CREMOSO**, presentado por la estudiante universitaria **Viviana de los Ángeles Telón Ochoa**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, 6 de septiembre de 2011.

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por haberme bendecido con la vida y haber puesto en mi camino a tanta gente maravillosa, en especial a Levent Asanoski.
<b>Mi padre</b>	Luis Gustavo Telón Hidalgo (q.e.p.d.). Por enseñarme el valor del trabajo y la responsabilidad, por ser mi inspiración y ejemplo a seguir.
<b>Mi madre</b>	Julieta Ochoa viuda de Telón, por su amor, apoyo y entrega incondicional.
<b>Mis hermanos</b>	Juan Luis y Laura Telón. Por acompañar cada paso de mi vida y llenarla de alegría.
<b>Mis tíos y primos</b>	Por el cariño, comprensión y apoyo.
<b>Mis amigos y personas excepcionales que forman parte de mi vida</b>	Por estar conmigo en cada etapa de mi vida, por los momentos compartidos, por las enseñanzas, porque cada uno ha dejado en mi una huella imborrable que me hace hoy quien soy, gracias por su cariño.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**La Universidad San  
Carlos de Guatemala**

Por permitirme ser hoy una persona profesional.

**La Facultad de  
Ingeniería**

Por haberme abierto sus aulas y haberme dado los conocimientos y herramientas para el día de hoy culminar con mi carrera.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN .....	XIII
ABSTRACT .....	XV
OBJETIVOS .....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ANTECEDENTES .....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Fabricación de helado. ....	3
2.2. Clasificación de los helados. ....	4
2.3. Materias primas .....	5
2.3.1. Ingredientes .....	5
2.4. Fases del proceso de fabricación .....	9
2.4.1. Mezcla de ingredientes .....	9
2.4.2. Pasteurización de la mezcla .....	9
2.4.2.1. Tipos de pasteurización.....	9
2.4.2.2. Equipo de producción de agua fría .....	14
2.4.2.3. Producción de vapor. ....	14
2.4.3. Homogenización de la mezcla. ....	15
2.4.4. Maduración de la mezcla. ....	16
2.4.5. Adición de aromas y colorantes. ....	17
2.4.6. Batido de la mezcla.....	17
2.4.7. Envasado del helado.....	18

2.4.8.	Congelado del helado.....	19
3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	21
3.1.	Variables. ....	21
3.1.1.	Variables para clasificación de las mezclas.....	21
3.1.2.	Variables de proceso.....	22
3.2.	Delimitación del campo de estudio.....	22
3.3.	Recurso humano disponible.....	23
3.4.	Recursos materiales disponibles.....	23
3.5.	Técnica	24
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información.....	24
3.6.1.	Diagnóstico, evaluación y estudio del departamento de producción .....	24
3.6.2.	Clasificación de las mezclas de desecho según su origen.....	25
3.6.2.1.	Por operación.....	26
3.6.2.2.	Por proceso.....	26
3.6.2.3.	Por cocimiento .....	26
3.6.2.4.	Por empaque. ....	26
3.6.3.	Cuantificación de la mezcla de desecho generada por operación y por proceso .....	27
3.6.4.	Descripción de los tipos de mezcla de desecho provenientes de cada línea de producción .....	29
3.7.	Ordenamiento y procesamiento de la información.....	32
3.7.1.	Lineamientos para el reproceso de mezcla .....	32
4.	RESULTADOS.....	35
4.1.	Cuantificación y caracterización de la mezcla de desecho.....	35
4.2.	Mezcla que puede ser reprocesada .....	37

4.3.	Determinación de la cantidad de desecho que no puede ser reprocesado.....	38
4.4.	Procedimiento para el reproceso y adecuación de la mezcla de desecho.....	39
4.4.1.	Elaboración de helado a partir de las mezclas de desecho pertenecientes al grupo 1.....	40
4.4.2.	Elaboración de helado con las mezclas de desecho pertenecientes al grupo 2.....	42
4.5.	Análisis de desecho que no puede reprocesarse .....	44
4.6.	Formulación para transformación de desechos en producto .....	44
4.7.	Evaluación económica.....	45
4.8.	Evaluación microbiológica del producto terminado.....	46
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	47
6.	LOGROS OBTENIDOS .....	49
6.1.	Reducción en costos de producción.....	49
6.2.	Reducción en emisión de contaminantes en aguas de descarga... ..	49
	CONCLUSIONES .....	51
	RECOMENDACIONES .....	53
	BIBLIOGRAFÍA.....	55
	APÉNDICE.....	57



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Equipo de pasteurización/homogenización	20
2.	Flujo de fabricación de paleta helada chicle	41
3.	Flujo de fabricación de paleta helada chocolate	43

### TABLAS

I.	Estructuras posibles en los tipos de helados.....	4
II.	Grupo número 1 sabores frutales.....	21
III.	Grupo número 2 sabores no frutales.....	22
IV.	Cuantificación de arranques promedio por línea.....	28
V.	Volumen de mezcla de desecho producida por arranque por línea.....	28
VI.	Volumen promedio total de mezcla de desecho producido por turno por línea.....	29
VII.	Distribución de tipo de mezcla por línea de producción.....	31
VIII.	Volumen promedio total de mezcla de desecho generada por turno por línea.....	35
IX.	Características de la mezcla de desecho generada durante el proceso de fabricación de helado.....	36
X.	Distribución de tipo de mezcla por línea de producción.....	37
XI.	Volumen de mezcla que puede reprocesarse por turno de producción.....	38
XII.	Propuesta de uso de mezcla de desechos generados en la	



	producción de helado cremoso.....	38
XIII.	Grupo número 1 sabores frutales.....	39
XIV.	Grupo número 2 sabores no frutales.....	40
XV.	Mezcla saborizada chicle.....	44
XVI.	Mezcla saborizada chocolate.....	45
XVII.	Margen de contribución paleta helada chicle.....	45
XVIII.	Margen de contribución paleta chocolate.....	46
XIX.	Resultados microbiológicos paleta helado chicle.....	46
XX.	Resultados microbiológicos paleta helada chocolate.....	46
XXI.	Aumento de margen de utilidad bruta en elaboración de paleta helada utilizando mezcla de reproceso.....	49
XXII.	Disminución de contaminantes en aguas de desecho.....	49

## GLOSARIO

<b>Buenas Prácticas de Manufactura</b>	Conjunto de reglamentaciones obligatorias del FDA en los Estados Unidos, que algunos países han adoptado para garantizar la producción inocua de alimentos.
<b>Burula</b>	Contenedor plástico de 15 galones de capacidad.
<b>Calidad</b>	Grado de cumplimiento con las especificaciones.
<b>Coliformes totales</b>	Bacilos Gram Negativos, no esporulados, aerobios o aerobios facultativos, la mayoría de los cuales puede encontrarse en la flora normal del tracto digestivo del ser humano y de los animales.
<b>DBO</b>	Demanda bioquímica de oxígeno.
<b>Desecho</b>	Mezcla que no cumple con las especificaciones y/o características necesarias para ser empacada como un producto terminado.

**DQO**

Demanda química de oxígeno.

***E. coli***

Bacilo que reacciona negativamente a la tinción de Gram (Gram negativo), es anaeróbico facultativo, móvil por flagelos peritricos (que rodean su cuerpo), no forma esporas, es capaz de fermentar la glucosa y la lactosa.

**Extrusora**

Máquina industrial, cuyo fin primordial es extruir pastillas de helado cremoso.

**Helado Cremoso**

Crema congelada de forma homogénea en una máquina heladora.

**Higienizado**

Proceso por el cual previa una limpieza es aplicado un agente desinfectante a una superficie y/o un utensilio con el fin de minimizar los microorganismos.

**Homogenización**

Proceso por el cual la mezcla láctea es sometida a presiones altas (1000 - 2000PSI) para reducir el tamaño de la partícula de grasa y retrasar la separación de las fases.

**Inocuidad**

Condición por la cual un alimento no causa daño al ser consumido, si es manipulado de acuerdo al fin para el

cual fue creado.

***Listeria monocytogenes***

Bacteria intracelular facultativa causante de la Listeriosis, bacilo Gram positivo, anaerobio facultativo capaz de proliferar en un amplio rango de temperaturas (1°C a 45°C) y una elevada concentración de sal. Es catalasa positivo y no presenta cápsula ni espora. Tiene flagelos peritricos, gracias a los cuales presenta movilidad a 30°C o menos, pero es inmóvil a 37 °C, temperatura a la cual sus flagelos se inactivan.

**Maduración**

Proceso por el cual la mezcla láctea pasteurizada y homogenizada reposa por un tiempo de 4 horas para dejar actuar el estabilizador.

**Margen de contribución**

Monto disponible que contribuye a cubrir los costos fijos y por último, a las utilidades del período de estado de resultados.

**Margen de utilidad bruta**

Diferencia entre los ingresos y los costos de producción directos, sin incluir las amortizaciones, los gastos

de la estructura comercial ni los gastos financieros.

**Mezcla Neutra**

Mezcla láctea a la cual no se le ha agregado ningún sabor y/o color.

**Mezcla Saborizada**

Mezcla láctea a la cual se le ha agregado algún saborizante natural o artificial.

**Pasteurización**

Proceso térmico mediante el cual un alimento es sometido a una temperatura superior a los 65°C por un lapso determinado de tiempo para reducir al mínimo los microorganismos.

**Perfil de sabor**

Técnica desarrollada para evaluar el sabor de acuerdo con la comparación de un patrón o con sabores establecidos para definir el perfil bajo el cual está descrito el objeto evaluado.

**Recuento Total**

Los microorganismos aerobios mesófilos son la flora total compuesta por bacterias, hongos filamentosos y levaduras, aerobios estrictos o facultativos que presentan unas

características térmicas intermedias. Con este análisis se refleja la calidad sanitaria e higiénica de la elaboración del alimento.

### **Reproceso**

Mezcla que al no cumplir con las especificaciones de calidad necesarias vuelve a sufrir el mismo proceso que las materias primas para llegar a convertirse en un producto final.

### **Saborización**

Proceso mediante el cual se le agrega un saborizante a la mezcla neutra y de ser necesario un colorante.

### ***Staphylococcus aureus***

Es una especie bacteriana integrada por formas cocáceas, que se dividen en más de un plano, por lo que se agrupan regularmente en racimos. Son inmóviles y carecen de esporas. Son gram positivas.

### **Veta**

Jalea de fresa, caramelo o jarabe de chocolate que se le agrega a los helados para decorarlos y agregarles un toque de sabor.



## RESUMEN

El estudio realizado determinó que es factible reutilizar la mezcla de desecho generada tras los arranques de las líneas de producción de helados cremosos de una empresa productora de helados para elaborar una paleta congelada.

Para lo cual se cuantificó la cantidad de mezcla de desecho generada, se clasificó de acuerdo con los ingredientes que estas mezclas poseen, separándolos en dos grupos; se determinó que las condiciones de temperatura a la cual deben conservarse para no afectar sus características de calidad e inocuidad es de 6° centígrados y el tiempo máximo por el cual puede almacenarse es de 5 días.

Los helados obtenidos a partir de la formulación consisten en una mezcla láctea saborizada congelada, la cual no es batida ni se le incorpora aire, dando como resultado una paleta helada.





## **ABSTRACT**

The study determined that it is feasible to reuse the waste generated after outbursts of production lines of ice cream from a ice cream producer, to make frozen popsicles.

The amount of waste mixture generated was quantified and classified according to the ingredients that these mixtures have, separated into two groups. The temperature conditions were determined as 6°celsius to avoid affecting their quality and safety features and the maximum time which can be stored as 5 days.

Ice cream made from formulation consists in a flavored dairy frozen mixture, resulting in a frozen popsicle.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Determinar la cantidad de desechos que pueden ser reprocesados para fabricación de helado y el empleo que puede dársele al que dada sus características no puede ser reprocesado.

### **Específicos**

1. Cuantificar y caracterizar el desecho generado en el proceso de fabricación de helado cremoso.
2. Separar el desecho que puede ser reutilizado en el proceso de fabricación de helado.
3. Determinar la cantidad de desecho que no puede ser reprocesado.
4. Establecer los procedimientos para el correcto reproceso de la mezcla de desecho.
5. Analizar el desecho que no puede reprocesarse para determinar sus características físicas y químicas.
6. Determinar los procesos a utilizar para la transformación del desecho en el producto deseado.



## INTRODUCCIÓN

La generación de desechos dentro de los procesos productivos son una consecuencia lógica de dicha actividad, pero es un fin primordial también el buscar la eficiencia de los procesos reduciendo dichos desechos al mínimo posible.

En la fabricación de helados cremosos, la naturaleza del proceso requiere que cierta cantidad de mezcla de helado sea descartada en el arranque de los equipos para la calibración de éstos y mientras la mezcla toma las características de calidad deseadas para el producto final, dicha mezcla que no cumple con características de calidad, pero sí de inocuidad, es desechada.

Por tanto, durante el desarrollo del trabajo de EPS se determinó que la forma más viable para aprovechar dicha mezcla es la elaboración de una paleta congelada, mediante la adecuada clasificación de acuerdo con cada una de las características física que posee la mezcla de desecho, definidas éstas por el proceso del cual se generó.



## 1. ANTECEDENTES

El Ejercicio Profesional Supervisado se realizó en una empresa manufacturera de helados, la cual es una empresa netamente guatemalteca que se dedica a la fabricación de helados cremosos, palettería y otras variedades. Es una empresa líder en su campo, que ha tenido un crecimiento significativo, en los últimos años extendiendo sus operaciones a países del istmo centroamericano.

Como toda planta de producción de alimentos, generan desechos a partir de sus procesos, por diversas causas. Del total de la producción, se genera aproximadamente un 10% de desecho.

Una parte de estos desechos pueden ser reprocesados mediante el manejo adecuado de los mismos, mientras que otra parte no puede ser reprocesada, ya que contiene ingredientes que dificultarían dicho reproceso, por lo que se ven forzados a descartarlos.

Los principales desechos que se producen consisten en la mezcla base y aditivos (saborizante, colorante y frutas) para la fabricación del helado que por diversos motivos no se logra procesar adecuadamente y por lo tanto, no cumple con los requerimientos necesarios para su comercialización. Esta mezcla se compone en su mayoría de leche, agua y grasa vegetal, lo que propicia una rápida descomposición a temperatura ambiente.

El desecho no puede ser liberado en los desagües dadas sus características, grasas y aceites (152 mg/l), sólidos totales (40%), DBO (1



442,7 mg/l), DQO (3 385,0mg/l), nitrógeno (12,0mg/l), fósforo (1,2mg/l) y al ser tratado en la planta dichas grasas producen taponamiento y se acumulan en los canales de tratamiento de agua.

La acumulación de estos desechos ocasiona inconvenientes, tanto de espacio como de higiene, ya que la descomposición de la mezcla produce mal olor y atrae insectos indeseables, que puedan crea en el futuro plagas dentro de la planta.

Dadas las características de este desecho es factible que mediante un tratamiento previo se puedan fabricar nuevos productos a partir de él, y sus componentes principales. O bien, este desecho pueda ser reprocesado para poder ser utilizado nuevamente dentro del proceso.

Para determinar qué tipo de tratamiento y qué posibles productos se pueden elaborar a partir del desecho, se efectuó una investigación de la factibilidad del reuso de dicho desecho en el mismo proceso, basando en la reformulación de un producto ya existente, que dado el proceso de fabricación permite que se incorpore a él la mezcla de desecho previamente tratada y acondicionada.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Fabricación de helado**

Se puede definir al helado como un alimento de sabor dulce procedente de una mezcla homogénea y pasteurizada de diversos ingredientes (leche, agua, azúcar, nata, zumos, huevos, cacao, etc.), que es batida y congelada para su posterior consumo en diferentes formas y tamaños. Generalmente en la fabricación de helados se emplean diversos aditivos especiales, como espesantes, colorantes, aromas, estabilizadores y emulsionantes.

Cuando un alimento es el resultado de la mezcla de varios componentes puede presentar diversas estructuras físicas dentro de una apariencia general. En el caso de los helados, su estructura puede parecer típicamente sólida cuando están bien congelados; pueden tener una estructura pastosa, semisólida, cuando están cerca de su punto de fusión; o pueden ser líquidos si se dejan fundir a temperatura ambiente.

Dentro del helado pueden convivir casi todos los tipos de estructura física. Al ser el helado el resultado de la unión de una serie de ingredientes sólidos y líquidos, los tipos de unión pueden ser muy diferentes. Los tipos de disolución se clasifican en función del tamaño de las partículas. En el caso de los helados se presentan casi todos los tipos posibles. Según se presenta a continuación:

Tabla I. **Estructuras posibles en los tipos de helados**

Tipo de disolución	Sustancias	Tamaño de las partículas (nm)
Emulsión	Grasa en agua	50-100 000
Emulsión	Aire en helado	50-100 000
Solución coloidal	Proteínas en agua	1-100
Solución molecular	Lactosa en agua	0,1-1
Solución iónica	Azúcares y sales en agua	0,1-1

Fuente: Timm, Fritz, Fabricación de helados, p. 54.

## 2.2. Clasificación de los helados

Hay múltiples clasificaciones de los helados según se atiende a su composición, ingredientes, envasado, etc.

La clasificación más básica de los helados es:

- Helados de crema
- Helados de leche
- Helados de leche desnatada
- Helados con grasa no láctea
- Helados de mantecado
- Helados de agua
- Tartas heladas
- Helados diversos
- Helados Premium y Superpremium

## **2.3. Materias primas**

### **2.3.1. Ingredientes**

A continuación se describen los ingredientes constituyentes del helado y sus principales funciones:

- Grasa. Proporciona aroma y sabor, cuerpo, textura y suavidad en la boca.
- Sólidos lácteos no grasos. Suministran textura, cuerpo, contribuyen al sabor dulce y a la incorporación de aire.
- Azúcar. Aporta sabor dulce y mejora la textura.
- Aromatizantes. Dan los sabores no lácteos.
- Colorantes. Mejoran la apariencia y refuerzan los aromas y sabores.
- Emulsionantes. Mejoran la capacidad de batido y la textura.
- Estabilizantes. Mejoran la viscosidad de la mezcla, la incorporación de aire, la textura y las características de fusión.
- Ingredientes de valor añadido. Proporcionan aromas y sabores adicionales y mejoran la apariencia.
- Agua. Es responsable del carácter refrescante del producto, y el medio disolvente de los ingredientes hidrosolubles (azúcares, proteínas, sales, ácidos, sustancias aromáticas) y determina la consistencia del helado de acuerdo con cual sea la proporción congelada. Constituye gran parte del volumen de la mezcla.

- Aire. El aire incrementa la viscosidad de la mezcla y proporciona la textura cremosa–pastosa. Demora la transmisión de calor en la congelación y fusión de los helados.

La mejor fuente de grasa y sólidos no grasos (SNG) es la leche fresca entera, que suministra al helado un sabor mejor que otras fuentes más elaboradas. Pero el contenido en grasa y SNG es adecuado para el helado de leche, y no para otros tipos de helados, que necesitarán un mayor aporte.

Entre todas las fuentes de grasa concentrada, la mejor es la nata, ya que proporciona muy buenas características al producto final. No obstante, la nata fresca es un producto muy caro y perecedero, por lo que se suele usar nata plástica o nata congelada. También se puede producir un buen helado utilizando mantequilla, nata dulce o grasa láctea anhidra.

La grasa procedente de la leche proporciona buenas características de textura, suministra un delicado aroma y actúa sinérgicamente con los aromas añadidos. La grasa de la leche se utiliza para fabricar los helados de mayor calidad, pero se obtienen helados de calidad aceptable cuando se usan grasas vegetales, como los aceites de coco, palma, semilla de palma o, con menor frecuencia, algodón y soja, bien individualmente o en mezclas. Estos aceites se hidrogenan para producir un pico de fusión a 28–30°C. También es necesario asegurar que toda la grasa se funda por debajo de 37°C para evitar una persistente sensación grasa en la boca.

Respecto a los sólidos no grasos, estos pueden obtenerse además de la leche, la nata o las otras grasas, a través de varias fuentes, tales como el lacto suero o los retenidos de la ultrafiltración. En cualquier caso, los componentes

más importantes de los sólidos no grasos son las proteínas, con sus propiedades funcionales de retención de agua y emulsificación.

Generalmente los fabricantes de helados añaden en sus mezclas leche en polvo desnatada como fuente de SNG, ya que tiene la ventaja de soportar un almacenamiento relativamente largo sin deteriorarse. La leche más adecuada es la de tipo *medium heat* por sus propiedades emulsionantes, espumantes y de absorción de agua. La leche en polvo entera se puede utilizar, tanto como fuente de SNG, como de materia grasa, pero presenta una gran tendencia a la oxidación que afecta negativamente a la calidad del producto final.

Últimamente está aumentando la utilización de los productos proteicos del lacto suero como fuente de sólidos no grasos, en sustitución de la leche en polvo desnatada, pero tiene los inconvenientes de su alto contenido mineral, que produce una excesiva salinidad, y el alto contenido en lactosa, que puede llegar a cristalizar.

Aunque los sólidos lácteos no grasos contribuyen al sabor dulce del helado, no es suficiente y se debe añadir edulcorantes. El azúcar más importante en la elaboración de helados es con diferencia la sacarosa (azúcar de remolacha o azúcar de caña), que es relativamente barato. Después de la sacarosa, el edulcorante más utilizado es el jarabe de glucosa, que además de barato tiene las ventajas de proporcionar una consistencia suave y flexible y de facilitar el batido, aunque tiene la mitad de poder edulcorante. El jarabe de glucosa se suele utilizar en la fabricación de helados hasta un máximo del 25% del total de azúcares.

Salvo en los helados de categoría superior (en los que no se suelen usar), los estabilizantes siempre se utilizan para mejorar la viscosidad de la mezcla, el cuerpo, la incorporación de aire, la textura y propiedades fundentes del helado final. Los estabilizantes también aumentan la percepción de untuosidad y reducen los efectos de los cambios de temperatura durante el almacenamiento. La cantidad y tipo de estabilizante depende de la composición de la mezcla, la naturaleza del resto de los ingredientes, los parámetros del tratamiento y la vida útil prevista para el producto final.

Los emulsionantes se utilizan para mejorar la capacidad de batido de la mezcla y producir un helado de textura suave y seca, además de facilitar el proceso de fabricación.

En la mayor parte de los helados también se añaden colorantes y aromas. La grasa vegetal tiene muy poco sabor y es necesario añadir aromas para contrarrestar esta circunstancia. Por el contrario, la grasa de la leche tiene un sabor intrínseco que puede interferir con el efecto de los aromatizantes añadidos.

En la elaboración de los helados también se pueden añadir ingredientes de alto valor añadido como virutas de chocolate, frutos secos, licores, etc., con los que se mejora la apariencia y las características organolépticas del producto.

## **2.4. Fases del proceso de fabricación**

### **2.4.1. Mezcla de ingredientes**

El proceso de fabricación inicia con el proceso de mezcla de los ingredientes; inicialmente deben añadirse los ingredientes líquidos para después agregar los ingredientes sólidos. Los ingredientes son agregados a un tanque tipo marmita, el cual está rodeado de una chaqueta de vapor que al calentar la mezcla facilita la disolución de los ingredientes. Posteriormente la mezcla debe pasteurizarse.

### **2.4.2. Pasteurización de la mezcla**

La pasteurización es un método de calentamiento que tiene como principal objetivo la destrucción de los microorganismos patógenos que puedan estar en la mezcla, reduciendo el número de los mismos hasta un valor aceptable. Además se inactivan enzimas y microorganismos capaces de provocar indeseables modificaciones del olor y del sabor durante el almacenamiento de los helados, así como una completa disolución de los ingredientes de la mezcla. La refrigeración posterior tiene el objetivo de impedir el crecimiento de las bacterias que hayan podido sobrevivir.

#### **2.4.2.1. Tipos de pasteurización**

La destrucción de gérmenes patógenos durante la pasterización se debe a la combinación de temperatura y tiempo de mantenimiento de dicha temperatura. Cuanto mayor sea la temperatura del tratamiento, menor tiempo necesitará para conseguir sus objetivos. En la industria las combinaciones más usadas son:



- Pasterización baja, con una temperatura de 65°C durante 30 minutos.
- Pasterización intermedia, a una temperatura de 70–72°C durante 15 a 30 segundos.
- Pasterización alta, a temperatura de 83–85°C durante 15 a 20 segundos.

Actualmente se tiende a usar en la fabricación de los helados la pasterización alta (83–85°C) durante aproximadamente 15–25 segundos, ya que presenta una serie de ventajas:

- Proceso muy rápido, lo que significa más capacidad productiva.
- Temperatura alta que asegura la destrucción de todos los microorganismos patógenos.
- Ahorro energético.

Para evitar problemas, el tiempo transcurrido desde la mezcla de ingredientes hasta su pasterización debe ser lo más breve posible, y nunca superior a dos o tres horas. Una planta completa de pasterización dispone de los siguientes elementos:

- Depósito regulador de entrada
- Bomba de impulsión de la mezcla
- Pasteurizador de placas con cinco secciones
- Equipo de calentamiento
- Válvula de recirculación

- Panel y elementos de control
- Tuberías y accesorios de unión entre todos los componentes de la planta

La mezcla llega a través de un depósito regulador a una temperatura de 45–55°C, y mediante una bomba de impulsión se envía a la sección regenerativa del pasteurizador, en donde pasa de una temperatura de 50°C a 67°C (temperatura de homogenización) al ir en contracorriente con la mezcla que ya ha sido calentada a 84°C, la cual se enfría hasta 70°C. De aquí pasa la mezcla al homogenizador.

La mezcla ya homogenizada a 67°C es calentada y pasteurizada en la sección de calentamiento. La mezcla debe pasteurizarse como mínimo a una temperatura de 68°C por un lapso de 30 minutos, para asegurar que cualquier patógeno sea reducido a una cantidad aceptable para garantizar de esta manera la inocuidad de la mezcla para helado. Donde se eleva su temperatura a 84°C al ir en contracorriente con agua a 90°C procedente de una caldera. Esta agua a 90°C es calentada en un circuito cerrado mediante la inyección de vapor a través de una válvula reguladora, la cual está controlada de forma que la temperatura de la mezcla sea la fijada (84°C). En la sección de mantenimiento se mantiene la mezcla durante unos 25 segundos a 84°C, con lo que se asegura la destrucción de los microorganismos patógenos.

La temperatura de pasteurización es grabada y mostrada en el panel de control. Si la temperatura de la mezcla es más baja de 84°C, hay una válvula de desviación cuya función es recircular la mezcla hasta el depósito regulador inicial si ésta no ha alcanzado la temperatura de pasteurización deseada, con lo que de forma automática se consigue que no salga ninguna porción de producto indebidamente tratado.

Después de la pasteurización la mezcla pasa a través de 3 secciones de enfriamiento:

- En la primera sección de enfriamiento la mezcla es enfriada desde los 84°C hasta 70°C. El medio de enfriamiento es la mezcla antes de la homogenización, la cual debe ser calentada.
- En la segunda sección de enfriamiento la mezcla es otra vez enfriada, y el medio de enfriamiento es el agua procedente de la red, la cual será por lo tanto, precalentada antes de pasar a uno de los tanques de mezcla para la preparación de la siguiente carga. Cuando el agua de la red viene a 18°C, la mezcla es enfriada a unos 28°C mientras que el agua corriente alcanza los 65°C. Con este sistema de intercambio de calor, la energía contenida en la mezcla no es desperdiciada, ya que parte es recuperada en una sección del intercambiador de calor donde se calienta el agua usada en la siguiente carga. Para ahorrar agua se instala una torre de enfriamiento que baje su temperatura, pudiéndose así, volver a utilizarla para enfriar la mezcla.
- En la sección final de enfriamiento la mezcla es enfriada a la temperatura de maduración de 4°C, y el medio de enfriamiento es en este caso agua helada proporcionada por una unidad de enfriamiento.

Desde el intercambiador de placas la mezcla es enviada a los tanques de maduración, donde es mantenida a temperatura de 3–4°C durante un período comprendido entre las 3 y las 72 horas.

La cantidad de agua que atraviesa el aparato es en todas las secciones unas cuatro veces mayor que la de mezcla que pasa en el mismo tiempo. El

tiempo medio de permanencia de una partícula de la mezcla en el pasteurizador es de unos 3 minutos. De ellos, unos 18 segundos corresponden a la sección de calentamiento.

Como ya se mencionó al hablar del homogeneizador, éste se utiliza en medio de la pasteurización. Concretamente se coloca tras la salida de la mezcla de la sección regenerativa (de donde sale a 67°C) y antes del tratamiento final de la pasterización a 84°C en la sección de calentamiento.

Se usará un pasteurizador de placas, el cual consiste en un bastidor rígido y una placa de presión con unas barras sobre las que se sujetan las placas. Cada placa se cuelga mediante un dispositivo especial de la barra superior, mientras que la inferior sirve de guía. El paquete de placas está comprimido entre el bastidor (placa fija) y la placa de presión (placa móvil). El cierre se consigue con cuatro pernos laterales, dos a cada lado. Las placas están corrugadas, a fin de obtener la máxima transmisión de calor y también para que sean más rígidas.

En un mismo bastidor se pueden realizar varios intercambios térmicos independientes entre sí, usando placas de conexión que son introducidas en el paquete de placas para dividirlo en diferentes secciones. En el pasteurizador de mezcla teníamos cinco: dos de enfriamiento, una regenerativa, una de calentamiento y otra de mantenimiento de la temperatura. El cambiador de placas es por su construcción muy fácil de desmontar para su inspección y limpieza.

Este tipo de pasteurizadores tiene una serie de ventajas, Incorporación de una sección regenerativa, con la que se calienta la mezcla entrante a la vez

que se enfría la que sale, con lo que hay un importante ahorro energético del orden del 80–90%, disminuyendo enormemente los costes de funcionamiento.

#### **2.4.2.2. Equipo de producción de agua fría**

En la última sección del pasteurizador, la mezcla es enfriada a 4°C, en contracorriente con agua fría a 1–3°C. Para enfriar el agua se utiliza una instalación de refrigeración, que básicamente se trata de un sistema de compresión y evaporación que absorbe el calor del agua y luego lo disipa por un sistema de ventilación al aire ambiente. Todos los equipos que componen esta unidad de refrigeración van incluidos en un armario compacto, fabricado con potencias desde 1 000 kilocalorías por hora hasta más de 30 000 Kcal/h.

#### **2.4.2.3. Producción de vapor**

Para la pasterización de la mezcla es necesario disponer de una fuente de calor para que el helado alcance la temperatura de 84°C. Esta instalación deberá también proporcionar el calor necesario para la limpieza y esterilización de la maquinaria (pasteurizadores, maduradores, llenadoras, etc.), y para la producción de agua caliente para otras necesidades de la fábrica. El control de combustión y presión se lleva a cabo mediante una serie de automatismos que aseguran un funcionamiento totalmente autónomo y exento de vigilancia especial.

### **2.4.3. Homogenización de la mezcla**

El objetivo que se persigue con la homogeneización es desintegrar y dividir finamente los glóbulos de grasa que hay en la mezcla, para así conseguir una suspensión permanente y evitar que la grasa se separe del resto de los componentes y ascienda hacia la superficie por su menor peso. Al reducir el tamaño de los glóbulos de grasa se evita el batido de los mismos, y se mejoran las propiedades espumantes y la incorporación de aire en la mezcla. Estos efectos se deben a la adsorción de las proteínas (y de los emulsionantes añadidos) sobre la superficie de los glóbulos grasos, las cuales forman una membrana. Así pues, la homogeneización lo que hace es disminuir la relación volumen/superficie, aumentando la superficie de los glóbulos grasos y consiguientemente la membrana protectora de los mismos que les impedirá volver a agregarse.

El diámetro medio de los glóbulos grasos antes de la homogeneización es de 3 a 4 micras, aunque existen glóbulos desde 0,1 a más de 20 micras. Tras la homogeneización, los glóbulos tendrán un diámetro medio de 0,3 a 0,4 micras, con lo que habremos reducido el tamaño a un décimo del tamaño inicial.

Un homogeneizador es una bomba de émbolo muy potente de alta presión. Por medio de alta presión se hace pasar a la mezcla a través de pequeñas ranuras existentes entre la válvula y el asiento, lo que produce la rotura de los glóbulos. El efecto conseguido en la homogeneización se produce por la unión de tres factores: paso de los glóbulos de grasa por una estrecha ranura a alta velocidad, lo que les somete a poderosas fuerzas de rozamiento que los deforman y rompen.

La aceleración de la mezcla a su paso por esa estrecha franja, va acompañada de una caída de presión, lo que crea un fenómeno de cavitación en el que los glóbulos de grasa se ven sometidos a poderosas fuerzas de implosión, choque de los glóbulos de grasa contra las paredes del cabezal de homogeneización, lo que les provoca la rotura y división.

La formación de las nuevas membranas requiere tiempo, pero mientras tanto, muchos de los glóbulos pueden llegar a unirse y formar grumos, fenómeno que recibe el nombre de coalescencia y que puede aparecer en mezclas muy ricas en grasa.

Además la temperatura de homogeneización tiene importancia en la coalescencia, ya que cuanto mayor sea menores serán las posibilidades de formación de grumos.

La homogeneización influye en la calidad del producto final en varios aspectos beneficiosos:

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

#### **2.4.4. Maduración de la mezcla**

Tras la homogeneización y pasterización de la mezcla, ésta es conducida a depósitos a una temperatura de 4–5°C por un período de 3 a 72 horas. Con esta maduración se consiguen cambios beneficiosos en la mezcla, tales como la cristalización de la grasa.

Las proteínas y los estabilizadores 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, el helado obtenido tendrá mayor resistencia a derretirse.

En algunos casos la mezcla se deja madurar hasta 72 horas para aprovechar al máximo estos beneficios. A la temperatura de 4–5°C no hay peligro de desarrollo microbiano durante el tiempo de maduración (3 a 72 horas).

Los tanques de maduración están equipados con agitadores especiales, dándole a la mezcla un tratamiento suave con un bajo consumo de energía eléctrica. Tienen una doble pared para la refrigeración con agua fría.

A escala industrial, la maduración de la mezcla se realiza en depósitos de 1 000 a 10 000 litros de capacidad

#### **2.4.5. Adición de aromas y colorantes**

Durante la maduración se añaden a la mezcla los aditivos finales (colorantes y aromas). Éstos no fueron añadidos durante la mezcla, ya que en la pasterización podrían perder sus características organolépticas. Se les dosifica manualmente en forma líquida desde los bidones en los que vienen.

#### **2.4.6. Batido de la mezcla**

La congelación es una de las etapas que más influyen en la calidad del helado final. Es el punto clave de la transformación de una mezcla de



ingredientes en helado, y es a partir de aquí cuando ya se habla de helado y no de mezcla. En esta etapa se realizan dos importantes funciones:

- Incorporación de aire por agitación vigorosa de la mezcla, hasta conseguir el cuerpo deseado.
- Congelación rápida del agua de la mezcla de forma que se formen pequeños cristales de hielo, consiguiendo una mejor textura en el helado.

Cuanto más baja sea la temperatura de congelación, mayor proporción de agua se congelará con un mayor número de cristales pequeños, aunque no se puede bajar demasiado la temperatura, ya que aumentaría mucho la consistencia del helado y sería difícil manejarlo.

#### **2.4.7. Envasado del helado**

Un buen envase de helados debe soportar bajas temperaturas, ser no tóxico y no comunicar sabores ni olores al helado. Debe proteger de la transmisión de vapor de agua y oxígeno, ser resistente al agua y capaz de manipularse en equipos automáticos de llenado y cerrado. También debe permitir su decoración gráfica y propaganda y no fallar cuando se humedece durante la descongelación, así como permanecer en las vitrinas del expendedor sin defectos.

La deshidratación es causada por el escape de humedad en forma de vapor a través de las paredes o sello del envase. La capa deshidratada de la superficie puede ser muy fina, pero puede afectar a la apariencia del producto. Si penetra aire en el envase puede haber oxidación por enzimas no eliminadas. También la luz acelera la oxidación, especialmente en alimentos con alto

contenido graso. La pérdida de sabor u olor y la absorción de olores no suelen ocurrir mientras los helados envasados permanecen congelados. Durante el almacenamiento y el transporte se pueden producir daños físicos por compresión. Para evitarlo se deben manipular las cajas que contienen helados con cuidado.

#### **2.4.8. Congelado del helado**

Tras el envasado de los helados es necesario su endurecimiento, ya que a la salida de la batidora, la temperatura es de  $-9^{\circ}\text{C}$ , y durante las manipulaciones posteriores ésta puede subir incluso por encima de  $-4^{\circ}\text{C}$ , con lo que el helado tendrá una consistencia semifluida y podría perder su configuración si no se vuelve a congelar. Las temperaturas alcanzadas en el centro del helado deben ser de al menos  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Todos los dispositivos endurecedores tienen por misión la de sustraer a los envases de helados ya llenos y cerrados más calor con la máxima rapidez, congelar más cantidad de agua, lo que endurece el helado y, con ello, aumenta su capacidad de almacenado y transporte. Todos deben funcionar casi continuamente. Por estar situados en locales calientes, deben estar bien aislados.

Esta etapa es clave para la obtención de un helado de calidad. Un endurecimiento lento provoca la aparición de cristales de hielo de gran tamaño que le dan un cuerpo más vasto, empeorando la calidad del producto.

Figura 1. **Esquema de equipo de pasteurización/homogenización mezcla para helado**



Fuente: Madrid, Ana. Helados: elaboración, análisis y control de calidad, P. 164.

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1. Variables

##### 3.1.1. Variables para clasificación de las mezclas

Las variables a considerar en este punto son 2, dada la readecuación que se necesita efectuar en la mezcla éstas deben separarse en dos grupos determinados por la presencia de ciertos ingredientes, por lo tanto la separación de los grupos es la siguiente:

Tabla II. **Grupo número 1 sabores frutales**

<b>Sabor de la Mezcla</b>
Helado de coco
Helado ron con pasas
Helado de fresa
Helado de yogurt y fresa
Helado de yogurt y melocotón
Helado de mango
Helado de piña y coco

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Grupo número 2 sabores no frutales**

<b>Sabor de la Mezcla</b>
Mezcla blanca con veta caramelo
Mezcla blanca con veta chocolate
Helado de galleta de chocolate
Mezcla de chocolate-neutra
Mezcla bisabor chocolate

Fuente: elaboración propia.

Constituyendo entonces las variables a tomar en cuenta en esta etapa del proceso la presencia de sabor frutal, mezclas que se clasifican en la tabla número II o la ausencia de los mismos, mezclas que se clasifican en la tabla número III.

### **3.1.2. Variables de proceso**

Además deben considerarse las temperaturas de almacenaje y la temperatura de pasteurización necesarias para asegurar y conservar la inocuidad de la mezcla de desecho durante su procesamiento y readecuación.

### **3.2. Delimitación del campo de estudio**

Para este estudio se tomó en cuenta la mezcla de desecho proveniente del arranque de las líneas que producen helado cremoso de la planta productora de helados.

Se tomaron en cuenta las mezclas neutras, mezclas chocolate, mezclas saborizadas, las mezclas neutras con vetas y mezclas saborizadas que además contenían fruta, así como las saborizadas a las que se les agrega veta.

### **3.3. Recurso humano disponible**

- Personal operativo de planta
- Técnicos de Laboratorio
- Supervisores de turno de producción

### **3.4. Recursos materiales disponibles**

Durante la realización del estudio se contó con la disposición del siguiente equipo.

- Pesas Analíticas
- Contenedores aforados para medir volumen (burulas)
- Beakers
- Estufa para laboratorio
- Probetas
- Termómetro de mercurio
- Moldes
- Refrigeradora
- Vidrio de reloj
- Espátula
- Contenedores para muestras
- Petrifilm recuento total
- Petrifilm coliformes totales/ E. coli

- Bolsas Whirlpack
- Agua Peptonada
- Pipeta Automática de 1mL
- Puntas desechables para pipeta automática
- Incubadora 36°C

### **3.5. Técnica**

Se hizo uso de técnicas cualitativas para determinar la afinidad de sabores, olores y el color de mezclas para la formulación de los nuevos productos.

Se utilizaron técnicas cuantitativas para determinar recuentos de microorganismos indicadores para garantizar la inocuidad de las muestras de mezcla de desecho para poder reprocesarlas.

### **3.6. Recolección y ordenamiento de la información**

#### **3.6.1. Diagnóstico, evaluación y estudio del departamento de producción**

El departamento de producción de la planta productora de helados, consta de 9 líneas de producción de helados, en el presente proyecto se estudiarán solamente 6 de ellas.

El proceso productivo se clasifica en 6 etapas básicas las cuales son:

- Cocción (pasteurización): etapa primaria en donde se mezclan las materias primas y se crea la mezcla base para los helados y se pasteuriza la misma.
- Homogenización: etapa del proceso creada para evitar la separación de las grasas que contiene la mezcla.
- Maduración: etapa necesaria para que el estabilizador actúe y se le pueda incorporar aire a la mezcla.
- Saborización: etapa en la cual dependiendo del requerimiento de helado a producir, éste es saborizado y de ser necesario se le agrega colorante.
- Batido y empaque: paso en el cual se le incorpora aire a la mezcla, se le da la forma final, de ser necesario se le incorpora veta o fruta y se empaca, es en esta parte del proceso en donde se produce la mezcla de desecho.
- Almacenaje: parte final del proceso en donde el producto terminado es almacenado.

### **3.6.2. Clasificación de las mezclas de desecho según su origen**

De acuerdo al origen de la mezcla de desecho generada dentro de la planta de producción de helado, éstas pueden ser clasificadas de la siguiente manera:



### **3.6.2.1. Por operación**

Este tipo de mezcla de desecho se produce al momento de la calibración del equipo y la estabilización del proceso, dicha merma es necesaria e inevitable.

### **3.6.2.2. Por proceso**

Se refieren a toda la mezcla que se descarta al momento del averiarse alguna máquina o de presentarse algún problema técnico, por lo que el proceso se vea obligado a detenerse y por lo que al momento de reanudarlo sea necesaria una nueva calibración del equipo lo que en consecuencia se genera producto de desecho.

### **3.6.2.3. Por cocimiento**

Representan a todas las pérdidas por evaporación en el momento de la pasteurización de la mezcla.

### **3.6.2.4. Por empaque**

Se refiere directamente a daños que le puedan ser ocasionados al producto ya terminado, por lo que éste tenga que desecharse.

La mezcla de desecho que puede ser reutilizada proviene de los dos primeros tipos listados (por operación y por proceso); dado que la captación de dicha mezcla es factible operacionalmente y con un adecuado manejo esta mezcla sigue siendo apta para su consumo.

### **3.6.3. Cuantificación de la mezcla de desecho generada por operación y por proceso**

Para el estudio de la cantidad de mezcla de desecho producida se tomarán en cuenta 6 líneas de producción de la planta de helados, las cuales son:

- Extrusora variedad tipo emparedado
- Llenadora de variedad tipo copa
- Llenadora 1
- Llenadora 2
- Extrusura variedad tipo paleta
- Llenadora multifuncional

Cada una de las líneas se especializa en la producción de un tipo específico de helado cremoso, previamente a cuantificar el volumen de mezcla de desecho producida por cada línea, se procedió a cuantificar el número promedio de arranques programados y no programados por línea en un turno de producción. Obteniéndose la siguiente tabla:

**Tabla IV. Cuantificación de arranques promedio por línea**

<b>Línea</b>	<b>Número de Arranques Promedio por turno</b>
Extrusora variedad tipo emparedado	2
Llenadora de variedad tipo copa	2
Llenadora 1	2
Llenadora 2	1
Extrusora variedad tipo paleta	2
Llenadora multifuncional	2

Fuente: elaboración propia.

Seguidamente se cuantificó la cantidad promedio de mezcla de desecho producida por línea en cada arranque obteniendo los siguientes datos:

**Tabla V. Volumen de mezcla de desecho producida por arranque por línea**

<b>Línea</b>	<b>Volumen de mezcla (galones)</b>
Extrusora variedad tipo emparedado	5,31
Llenadora de variedad tipo copa	6,75
Llenadora 1	22,00
Llenadora 2	27,00
Extrusora variedad tipo paleta	21,00
Llenadora multifuncional	19,57

Fuente: elaboración propia.

El total de mezcla de desecho promedio, producido en un turno de producción se calculó multiplicando el número de arranques por el volumen de desecho generado en cada uno, de la siguiente manera:

Volumen de mezcla de desecho = Número de arranques por turno \* Volumen de mezcla por arranque [1]

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla VI. **Volumen promedio total de mezcla de desecho producido por turno por línea**

<b>Línea</b>	<b>Volumen de mezcla (galones)</b>
Extrusora variedad tipo emparedado	10,62
Llenadora de variedad tipo copa	20,25
Llenadora 1	44,00
Llenadora 2	54,00
Extrusora variedad tipo paleta	42,00
Llenadora multifuncional	39,14
<b>Total</b>	<b>209,99</b>

Fuente: elaboración propia.

#### **3.6.4. Descripción de los tipos de mezcla de desecho provenientes de cada línea de producción**

Derivados del proceso productivo y de las características de los helados fabricados en cada línea, los atributos físicos de la mezcla de desecho generado en cada línea de producción varían. Y se han clasificado de la siguiente manera:

- Mezcla neutra: es la mezcla base proveniente de la etapa de cocción que no se le ha agregado ningún saborizante.
- Mezcla chocolate: es la mezcla base que desde la etapa de cocción se le agrega cocoa.
- Mezcla saborizada vainilla: mezcla saborizada vainilla y que le ha sido agregado colorante.
- Mezcla saborizada: mezcla que ha sido saborizada con cualquier otro sabor y le ha sido agregado colorante.
- Mezcla con veta: mezcla base o mezcla saborizada que contiene veta, las vetas pueden ser de fresa, chocolate o caramelo.
- Mezcla con fruta: mezcla saborizada que le ha sido agregada fruta.

La distribución de mezcla de desecho con las características descritas anteriormente en las líneas en estudio es la siguiente:

**Tabla VII. Distribución de tipo de mezcla por línea de producción**

Línea	Mezcla Neutra	Mezcla chocolate	Mezcla saborizada Vainilla	Mezcla Saborizada	Mezcla con Fruta	Mezcla con Veta
Extrusora variedad tipo emparedado			*			
Llenadora de variedad tipo copa	*					*
Llenadora 1		*	*	*	*	*
Llenadora 2		*	*	*	*	*
Extrusora variedad tipo paleta	*		*			*
Llenadora multifuncional	*	*	*	*		*

Fuente: elaboración propia.

### **3.7. Ordenamiento y procesamiento de la información**

De acuerdo con los datos recabados y a las características de las mezclas se generan los siguientes lineamientos para su utilización.

#### **3.7.1. Lineamientos para el reproceso de mezcla**

Se debe reprocesar directamente a cocimiento no importando si es mezcla blanca o chocolate, la que se está elaborando todo el desecho que tenga por base vainilla o mezcla neutra, es decir toda la mezcla de desecho proveniente de:

- Extrusora variedad tipo emparedado
- Extrusora variedad tipo copa
- Extrusora variedad paleta
- Llenadora multifuncional

Al momento del arranque si el helado a producir contiene veta (fresa, chocolate, caramelo, etc.), se separará el desecho que contenga veta del que sea solamente mezcla neutra o vainilla, depositándolo en contenedores distintos para que de esta manera se facilite el reproceso.

La mezcla que no sea de vainilla o mezcla neutra se colocará en contenedores de 15 galones (burulas) limpios y se almacenará a una temperatura menor a los 6 Centígrados, para reprocesar como chocolate, siempre y cuando esta mezcla no contenga ningún tipo de veta o fruta.

La mezcla de desecho generada en la extrusora de variedad paleta debe ir directamente a cocimiento, esta no debe contener paleta.

La mezcla que contenga veta o fruta deberá almacenarse a una temperatura inferior a los 6°C por un período no mayor de 5 días en espera de ser reprocesado bajo una formulación especial.





#### 4. RESULTADOS: PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA MEZCLA DE DESECHO

##### 4.1. Cuantificación y caracterización de la mezcla de desecho

Tabla VIII. Volumen promedio total de mezcla de desecho generada por turno por línea

Línea	Volumen de mezcla (galones)
Extrusora variedad tipo emparedado	10,62
Llenadora de variedad tipo copa	20,25
Llenadora 1	44,00
Llenadora 2	54,00
Extrusora variedad tipo paleta	42,00
Llenadora multifuncional	39,14
Total	209,99

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Características de la mezcla de desecho generada durante el proceso de fabricación de helado**

Tipo de mezcla	Características
Mezcla neutra	Mezcla base proveniente de la etapa de cocción que no se le ha agregado ningún saborizante.
Mezcla chocolate	Mezcla base que desde la etapa de cocción se le agrega cocoa.
Mezcla saborizada vainilla	Mezcla saborizada vainilla y que le ha sido agregado colorante
Mezcla saborizada	Mezcla que ha sido saborizada con cualquier otro sabor y le ha sido agregado colorante.
Mezcla con fruta	Mezcla saborizada que le ha sido agregada fruta.
Mezcla con veta	Mezcla base o mezcla saborizada que contiene veta, las vetas pueden ser de fresa, chocolate o caramelo

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. Mezcla que puede ser reprocesada

La mezcla proveniente de las siguientes líneas de producción puede ser reprocesada

Tabla X. **Distribución de tipo de mezcla por línea de producción**

Línea	Mezcla Neutra	Mezcla chocolate	Mezcla saborizada Vainilla	Mezcla Saborizada	Mezcla con Fruta	Mezcla con Veta
Extrusora variedad tipo emparedado			*			
Llenadora de variedad tipo copa	*					*
Llenadora 1		*	*	*	*	*
Llenadora 2		*	*	*	*	*
Extrusora variedad tipo paleta	*		*			*
Llenadora multifuncional	*	*	*	*		*

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3. Determinación de la cantidad de desecho que no puede ser reprocesado

Tabla XI. **Volumen de mezcla que puede reprocesarse por turno de producción**

<b>Línea</b>	<b>Volumen de mezcla (galones)</b>
Extrusora variedad tipo emparedado	10,62
Llenadora de variedad tipo copa	20,25
Llenadora 1	44,00
Llenadora 2	54,00
Extrusora variedad tipo paleta	42,00
Llenadora multifuncional	39,14
Total	209,99

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Propuesta de uso de mezcla de desechos generados en la producción de helado cremoso**

<b>Producto</b>	<b>Elaborado a partir de</b>
Paleta Helada sabor Chicle	Mezclas Grupo 1
Paleta Helada Sabor Chocolate	Mezclas Grupo 2

Fuente: elaboración propia.

#### **4.4. Procedimiento para el reproceso y adecuación de la mezcla de desecho**

Para la adecuación de las mezclas en la formulación de un nuevo helado, se separaron los sabores de los cuales se obtendrá mezcla de desecho en dos grupos afines dado el perfil de sabor de las mezclas. Éstos se clasifican de la siguiente manera:

**Tabla XIII. Grupo número 1 sabores frutales**

<b>Sabor de la Mezcla</b>
Helado de coco
Helado Ron con pasas
Helado de fresa
Helado de Yogurt y fresa
Helado de Yogurt y melocotón
Helado de mango
Helado de piña y coco

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Grupo número 2 sabores no frutales**

<b>Sabor de la Mezcla</b>
Mezcla blanca con veta caramelo
Mezcla blanca con veta chocolate
Helado de galleta de chocolate
Mezcla de Cono chocolate-neutra
Mezcla de Vaso bisabor chocolate

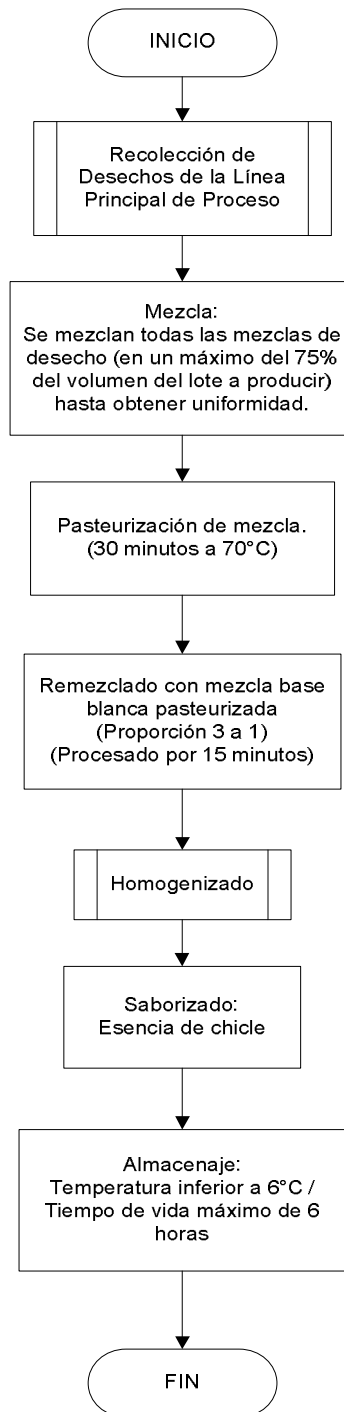
Fuente: elaboración propia.

#### **4.4.1. Elaboración de helado a partir de las mezclas de desecho pertenecientes al grupo 1**

El helado a elaborarse es un helado no cremoso, sin incorporación de aire, congelado en moldes cilíndricos, para obtener finalmente la forma de una paleta helada.

Para elaborar el helado con las mezclas pertenecientes al primer grupo, se sigue el siguiente procedimiento.

Figura 2. Diagrama de flujo de fabricación de paleta helada chicle



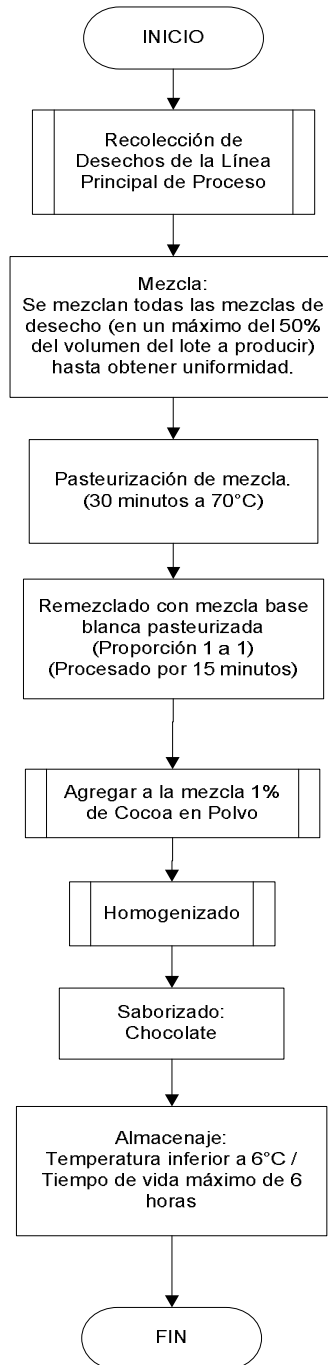
Fuente: elaboración propia.



#### **4.4.2. Elaboración de helado con las mezclas de desecho pertenecientes al grupo número 2**

Para elaborar el helado con las mezclas pertenecientes al segundo grupo, se sigue el siguiente procedimiento.

Figura 3. Diagrama de flujo de fabricación de paleta helada chocolate



Fuente: elaboración propia.

#### 4.5. Análisis de desecho que no puede reprocesarse

Se determinó que todo el desecho puede ser reprocesado dentro del mismo proceso de fabricación de helado.

#### 4.6. Formulación para transformación de desechos en producto

Formulación para producto con mezclas del grupo 1 (mezcla saborizada chicle).

Tabla XV. **Mezcla saborizada chicle**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Mezcla Grupo 1	MG1
Mezcla Nacional Blanca	33,30%MG1
Mezcla Base Helado de Agua	47,00%MG1
VITAMINAS A Y D	0,02%MG1
Sabor a chicle	1,36%MG1

Fuente: elaboración propia.

Formulación para producto con mezclas del grupo 2 (mezcla saborizada chocolate novedades agua).

Tabla XVI. **Mezcla saborizada chocolate**

Descripción	Cantidad
Mezcla Grupo 2	MG2
Mezcla Nacional Chocolate	95,02%MG2
Mezcla Base Helado de Agua	70,10%MG2
VITAMINAS A Y D	0,032%MG2
Cocoa	4,99%MG2

Fuente: elaboración propia.

#### 4.7. Evaluación económica

Para determinar los beneficios económicos de la reutilización de la mezcla se efectuó el costeo de los productos terminados para comparar con el costo del producto elaborado sin mezcla de reproceso.

Tabla XVII. **Margen de contribución paleta helada chicle**

% Costo de Producción Mezcla con reproceso en relación al precio de venta sin IVA	16,62%
% Margen de utilidad bruta en relación al precio de venta sin IVA	83,30%
% Costo de Producción sin mezcla de reproceso en relación al precio de venta sin IVA	25,00%
% Margen de utilidad bruta en relación al precio de venta sin IVA	75,00%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Margen de contribución paleta chocolate**

% Costo de Producción Mezcla con reproceso en relación al precio de venta sin IVA	29,00%
% Margen de utilidad bruta	81,00%
% Costo de Producción sin mezcla de reproceso en relación al precio de venta sin IVA	25,00%
% Margen de utilidad bruta en relación al precio de venta sin IVA	75,00%

Fuente: elaboración propia.

#### 4.8. Evaluación microbiológica del producto terminado

Tabla XIX. **Resultados microbiológicos paleta helada chicle**

Recuento Total	<1 000UFC/ml
Coliformes Totales	<100UFC/ml
<i>E. coli</i>	<10UFC/ml
<i>Listeria monocytogenes</i>	Negativo
<i>Staphylococcus aureus</i>	Negativo

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Resultados microbiológicos paleta helada chocolate**

Recuento total	<1 000UFC/ml
Coliformes totales	<100UFC/ml
E. coli	<10UFC/ml
Listeria	Negativo
Staphylococcus aureus	Negativo

Fuente: elaboración propia.

## 5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Dadas las características de la mezcla de desecho proveniente de la operación, (temperatura inferior a 6°C, mezcla previamente pasteurizada y manipulada inocuamente), es posible la reutilización de la misma en un producto alimenticio sin que esto represente un riesgo para la salud del consumidor, si se le da un manejo posterior adecuado. Es decir conservando el correcto manejo de la cadena de frío, utilizando para su almacenaje contenedores previamente higienizados y con el adecuado seguimiento de los que dictan las buenas prácticas de manufactura.

Siendo la empresa una planta productora de helados, lo más factible es pensar en la reutilización de la mezcla de desecho en la formulación de un nuevo tipo de helado, que pueda utilizar para su elaboración la infraestructura ya existente, y no demande de una modificación mayor en procesos y equipos para garantizar de esta manera la rentabilidad del proyecto, así como la funcionalidad del mismo.

Es por ello que se desarrollo una formulación para helado no cremoso, es decir que no necesita de la incorporación de aire, a partir de la mezcla de desecho generada en la fabricación de los helados cremosos, y adicionando como fuera necesario ingredientes, para lograr una consistencia y sabor final deseables en el producto terminado.

La reutilización de la mezcla de desecho producida durante el proceso de producción de helado cremoso en la fabricación de una paleta helada, representa un ahorro significativo en la elaboración de este producto

comparada con la elaboración tradicional que incluye solamente materias primas que no han sido utilizadas previamente.

El tratamiento para la mezcla es mínimo, ya que solamente debe almacenarse a una temperatura de refrigeración (inferior a 6°C) para de esta forma conservar la mezcla y no potencializar el crecimiento microbiológico que puede afectar las características, tanto de calidad como de inocuidad de la mezcla.

No se hace necesario efectuar una inversión en maquinaria y equipo, ya que la mezcla debe pasar por los mismos procesos que se efectúan actualmente en la planta con el resto de mezclas y de materias primas, como tampoco se deben efectuar procedimientos para los cuales los operarios necesiten una capacitación muy específica, por lo que el proyecto es factible.

El producto terminado resultante de la utilización, tanto de materias primas como de la mezcla de reproceso, posee características físicas que llenan los requerimientos de calidad como: sabor, color y consistencia según lo especificado para el producto; los resultados microbiológicos de las muestras se encuentran dentro de los parámetros establecidos para considerar al producto inocuo.

De tal modo que la fabricación de la paleta helada sabor chicle y de la paleta helada sabor chocolate, a partir de mezclas de reproceso de los dos grupos de mezclas de reproceso que se determinaron al inicio del estudio es factible, rentable y práctica.

## 6. LOGROS OBTENIDOS

### 6.1. Reducción en costos de producción

Tabla XXI. **Aumento de margen de utilidad bruta en elaboración de paleta helada utilizando mezcla de reproceso**

<b>Producto</b>	<b>Aumento en el Margen de Utilidad Bruta</b>
Paleta helada chocolate	6%
Paleta helada chicle	8%

Fuente: elaboración propia.

### 6.2. Reducción en emisión de contaminantes en aguas de descarga del proceso

Tabla XXII. **Disminución de contaminantes presentes en aguas de desecho**

<b>Indicador</b>	<b>Contenido en aguas de descarga (mg/l)</b>	<b>Contenido en mezcla de desecho (mg/l)</b>	<b>Cantidad reducida (mg/l)</b>
DBO	6 030,0	1 442,7	4 587,3
DQO	6 835,0	3 385,0	3 450,0
Nitrógeno	14,1	12,0	2,1
Fósforo	4,6	1,2	3,4

Fuente: muestreos efectuados, planta productora de helados.





## CONCLUSIONES

1. El volumen promedio de mezcla de desecho generada por turno es de 209,99 galones.
2. Existe dentro del proceso los tipos de desecho generados a partir de mezcla neutra, mezcla chocolate, mezcla con veta, mezcla con fruta y mezcla saborizada.
3. Se determinó que toda la mezcla de desecho puede ser reprocesada siempre que sea tratada para mantener su inocuidad.
4. Se estableció que los procedimientos para manejar correctamente el reproceso son la aplicación de las buenas prácticas de manufactura y el manejo de la cadena de frío.
5. El proceso para obtener un producto terminado a partir de la mezcla de desecho consiste en la repasteurización, homogenización, maduración, saborización y posterior congelación de la mezcla para obtener una paleta helada.
6. Emplear mezcla de reproceso en la elaboración de paleta congelada chocolate aumenta en un 6% el margen bruto de utilidad.
7. Emplear mezcla de reproceso en la elaboración de paleta helada chicle aumenta en un 8% el margen bruto de utilidad.

8. La reutilización de la mezcla de desecho reduce en un 23,92% el DBO en las aguas de descarga.
  
9. La reutilización de la mezcla de desecho reduce en un 49,52% el DQO en las aguas de descarga.

## RECOMENDACIONES

1. Capacitar a todo el personal operativo para el correcto manejo de la mezcla de desecho para evitar que se contamine, o se rompa la cadena de frío posterior a su generación y previamente a su reutilización.
2. Identificar con un color diferente, las burulas que deban ser utilizadas para el almacenaje de la mezcla de desecho que vaya a ser reutilizada, para evitar la contaminación cruzada de la misma.
3. Romper el ciclo de reproceso con cada sanitización profunda (cada fin de semana) para evitar una posible contaminación.
4. No almacenar la mezcla láctea refrigerada por más de 1 semana.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AMIOT, J. *Ciencia y tecnología de la leche*, Zaragoza: Acribia, 1991. 558 p. ISBN: 8420007137.
2. ARBUCKLE, Wendell S. *Ice cream*. 3<sup>d</sup> ed. Westport, Connecticut: AVI PUBLISHING COMPANY, 1977. 483 p. ISBN: 0870554794.
3. CENAZO, I. *Elaboración, análisis y control de calidad de los helados*. Madrid: A. Madrid Vicente. 1988. 450 p.
4. MADRID, Ana. *Helados: elaboración, análisis y control de calidad*. Madrid: A. Madrid Vicente, 2003. 385 p. ISBN: 84-89922-90-X.
5. TIMM, Fritz. *Fabricación de helados*. Zaragoza: Acribia, 1989. 318 p.



# APÉNDICE

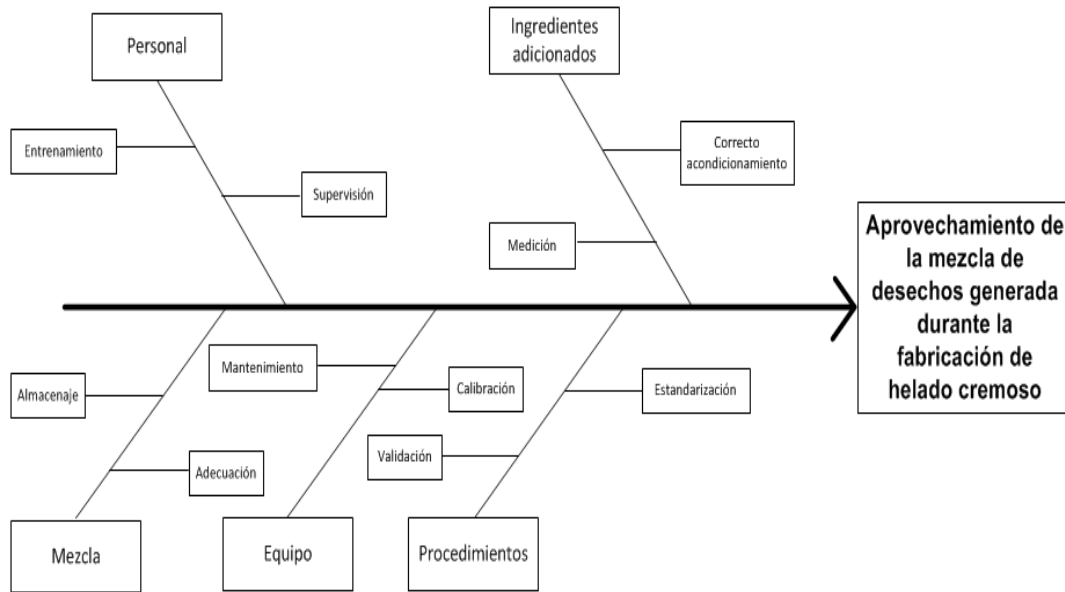
## Requerimientos académicos



Fuente: elaboración propia



## Diagrama de ISHIKAWA



Fuente: elaboración propia, datos obtenidos planta de producción de helados, marzo - 2008