

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**FORMULACIÓN DE UN HELADO HIPOCALÓRICO Y FUNCIONAL
ELABORADO A PARTIR DE EXTRACTO DE *Linum usitatissimum*
“Linaza”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

JOHANA ELIZABETH ATAUJE AVILA

HUACHO - PERÚ

2020

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ
CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

TESIS

**FORMULACIÓN DE UN HELADO HIPOCALÓRICO Y FUNCIONAL
ELABORADO A PARTIR DE EXTRACTO DE *Linum usitatissimum*
“Linaza”**

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador

Ing. Benigno Felix Dueñas Sanchez

Presidente

Mg. Guillermo Napoleon Vasquez Clavo

Secretario

Ing. Edwin Antonio Macavilca Ticlayauri

Vocal

Lic. Elfer Orlando Obispo Gavino

Asesor

HUACHO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios por ser mi luz y mi guía, por darme las fuerzas para poder seguir con las metas que me propongo estando siempre presente en todos los procesos de mi vida.

A mis padres por su amor, dedicación, sacrificio, valores y principios impartidos a lo largo de mi vida, por su paciencia y esfuerzo me han permitido cumplir una meta más.

A mis hermanas, Susana y Yosselin por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A mis sobrinas Sofia y Zuyen, por el amor que me regalan día a día.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a toda mi familia y amigos, personas que me brindaron su apoyo haciendo posible lograr un objetivo más en mi vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, por su amor, por ser mi guía en todo momento, por estar a mi lado en cada paso, por darme las fuerzas para continuar en este proceso y obtener un logro anhelado.

A mis padres, por ser los pilares en mi vida, por confiar y creer en mí y en mis anhelos, por cada consejo impartidos en los momentos que los necesitaba, gracias por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida.

A mis hermanas, Susana y Yosselin, por ser parte fundamental en mi vida, por sus infaltables palabras de motivación que me ayudaron en el transcurso de este proyecto y de mi vida.

Al Lic. Elfer Obispo Gavino, por su paciencia, enseñanzas, tiempo impartido en este proyecto, por su asesoría y por su valioso conocimiento hoy puedo culminar este proyecto.

Asimismo, agradezco a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión por todo el conocimiento adquirido en estos años y permitirme ser parte de una excelente formación académica.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1 Descripción de la realidad problemática	17
1.2 Problemas de la Investigación	17
1.2.1 Problema General	17
1.2.2 Problemas Específicos	17
1.3 Objetivos de la Investigación	18
1.3.1 Objetivo General	18
1.3.2 Objetivo Específico	18
1.4 Justificación de la Investigación	18
1.4.1 Delimitación del estudio	18
1.4.2 Viabilidad del estudio	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	20
2.1.1 Antecedentes Internacionales	20
2.1.2. Antecedentes Nacionales	23
2.2. Bases teóricas.....	26
2.2.1 El lino	26
2.2.2.1. Origen y otros aspectos	26
2.2.2.2. Descripción Botánica	27

2.2.3. Linaza	27
2.2.3.1. Taxonomía	28
2.2.3.2. Descripción Botánica	29
2.2.3.3. Origen, distribución y hábitat.....	29
2.2.3.4. Beneficios de la linaza	30
2.2.3.5. Composición química de la linaza	31
2.2.3.6. Usos de la linaza	36
2.2.4. Helado	38
2.2.4.1. Historia y evolución del helado.....	39
2.2.4.2. Clasificación de los helados	41
2.2.4.3. Valor nutricional de los helados	45
2.2.4.4. Valor calórico de los helados	46
2.2.4.5 Insumos en un helado de Crema	47
2.2.4.6 Componentes de un helado	48
2.2.5 Estabilizantes en helados	55
2.2.5.1 Goma de Tara.....	55
2.2.5.2 Goma Xantana.....	57
2.2.5.3 Pectina.....	57
2.2.6 Alimentos Funcionales	58
2.2.6.1 Características de los Alimentos Funcionales.....	58
2.2.6.2 Productos Lácteos Funcionales	59
2.2.7 Evaluación Sensorial	59
2.2.7.2 Pruebas Afectivas	61
2.2.7.3 Prueba de escala hedónica	61
2.3 Definiciones Conceptuales.....	61
2.4 Formulación de la hipótesis	62
2.4.1 Hipótesis General	62

2.4.2	Hipótesis Específicos	62
CAPITULO III: METODOLOGIA		63
3.1. Diseño Metodológico		63
3.1.1.	Tipo de investigación.....	63
3.1.2	Nivel de Investigación	63
3.1.3	Diseño	63
3.1.4	Enfoque.....	71
3.2 Población y muestra		71
3.2.1	Población	71
3.3 Operacionalización de Variables e Indicadores		71
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos		72
3.4.1	Técnicas a emplear.....	72
3.4.2	Descripción de los instrumentos	72
3.5 Técnicas para el procesamiento de la información		72
CAPITULO IV: RESULTADOS		74
4.1	Análisis de la materia prima.....	74
4.2	Etapla I: Determinación de la relación óptima linaza: agua.....	76
4.3	Etapla II: Determinación de la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo descremada y azúcar	80
4.3.1	Análisis de la Respuesta 1: Aceptación sensorial.....	80
4.3.2	Análisis de Varianza de la Respuesta 2: Overrum	86
4.3.3	Determinación de la zona factible y localización numérica de la mezcla óptima.....	91
4.4	Etapla III: Relación óptima de goma de tara, xantana y pectina.....	93
4.4.1	Respuesta1: Overrum	93
4.4.2	Respuesta 2: Aceptación sensorial	98
4.5	Determinación de la zona factible y localización numérica de la mezcla óptima de los estabilizantes	103

4.6 Características fisicoquímicas del helado hipocalórico y funcional a base de extracto de linaza	105
4.7 Análisis Proximal del helado hipocalórico y funcional a base de extracto de linaza	105
4.8 Determinación de overrum	106
4.9 Análisis microbiológico del helado hipocalórico y funcional a base de extracto de extracto de linaza	106
4.10. Diferencias en su composición entre marcas de helados	107
CAPITULO V: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
5.1 Discusión	108
5.1.1 Determinación óptima de la relación linaza: agua	108
5.1.2 Determinación de la relación óptima de extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar.	108
5.1.3 Determinación de la relación óptima de goma de tara, pectina y goma xantana	109
5.1.4 Determinación del análisis proximal, fisicoquímico y microbiológico del helado hipocalórico y funcional.	109
5.1.5 Determinación del porcentaje de overrum	110
5.2 Conclusiones	110
5.3 Recomendaciones	111
REFERENCIAS	112
ANEXOS	118
Anexo 1: Ficha de evaluación sensorial para el extracto de linaza –Etapa I	118
Anexo 2: Ficha de evaluación sensorial para el helado hipocalórico y funcional - etapa II	119
Anexo 3: Ficha de evaluación sensorial para helado hipocalórico y funcional en la etapa III	120
Anexo 4: Informe del Análisis Microbiológico del helado hipocalórico y funcional	121
Anexo 5: Proceso de helado hipocalórico y funcional a partir de extracto de linaza	122

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1:</i> Contenido vitamínico de la linaza	35
<i>Tabla 2:</i> Composición química de la linaza	36
<i>Tabla 3:</i> Clasificación según su temperatura de almacenamiento.....	43
<i>Tabla 4:</i> Diferencias entre helados artesanales y helados industriales.	43
<i>Tabla 5:</i> Comparación entre la composición de un helado normal, Premium y Superpremium	45
<i>Tabla 6:</i> Valor nutricional de los helados	46
<i>Tabla 7:</i> Valor calórico de los constituyentes de los helados	47
<i>Tabla 8:</i> Composición de los ingredientes más utilizados en los helados (%)	49
<i>Tabla 9:</i> Requisitos fisicoquímicos de algunos tipos de helados	51
<i>Tabla 10:</i> Requisitos microbiológicos para leche y productos lácteos. Helados.....	51
<i>Tabla 11:</i> Relación de los azúcares presentes en la goma de tara	56
<i>Tabla 12:</i> Resumen del diseño.....	66
<i>Tabla 13:</i> Factores y niveles del diseño experimental.....	66
<i>Tabla 14:</i> Diseño de experimento Taguchi.....	67
<i>Tabla 15:</i> Factores y niveles del diseño experimental para la relación óptima	67
<i>Tabla 16:</i> Diseño de experimento con mezcla D-óptimal para la relación óptima de extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar.....	68
<i>Tabla 17:</i> Factores y niveles del diseño experimental para la relación óptima	69
<i>Tabla 18:</i> Diseño simplex centroide para la relación óptima de goma de tara, pectina y goma xantana.....	69
<i>Tabla 19:</i> Operacionalización de variables e indicadores.....	72
<i>Tabla 20:</i> Análisis de la leche en polvo descremada.....	74
<i>Tabla 21:</i> Protocolo de análisis de la crema de lúcumo.....	75
<i>Tabla 22:</i> Arreglo de los datos en un diseño completamente al azar.....	76
<i>Tabla 23:</i> Resumen del modelo	76
<i>Tabla 24:</i> Análisis de Varianza de medias	76
<i>Tabla 25:</i> Tabla de respuesta para relaciones de señal a ruido.....	77
<i>Tabla 26:</i> Respuesta para medias	78
<i>Tabla 27:</i> Predicción respecto a la relación linaza:agua.....	80
<i>Tabla 28:</i> Pronóstico de los valores adecuados de relación linaza:agua, T°, t	80

<i>Tabla 29:</i> Resultados de la evaluación sensorial respecto a la aceptación general para la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo descremada y azúcar.....	81
<i>Tabla 30:</i> Análisis de varianza de los modelos aplicados a la variable respuesta aceptabilidad sensorial de la relación de extracto de linaza, LDP y azúcar.....	81
<i>Tabla 31:</i> Análisis de varianza del modelo cuadrático para la variable respuesta aceptabilidad sensorial de la relación de extracto de linaza, LDP y azúcar.....	82
<i>Tabla 32:</i> Coeficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado a la aceptabilidad sensorial de la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo y azúcar.....	83
<i>Tabla 33:</i> Resultados obtenidos respecto al porcentaje de overrum.....	86
<i>Tabla 34:</i> Análisis de varianza de modelos aplicados para la variable respuesta overrum para la relación óptima de extracto de linaza, LDP y azúcar.....	86
<i>Tabla 35:</i> Análisis de varianza del modelo cuadrático para la variable overrum de la relación óptima de extracto de linaza, leche descremada en polvo, azúcar.....	87
<i>Tabla 36:</i> Coeficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado a la variable respuesta overrum de la relación óptima de extracto de linaza, LDP y azúcar.....	88
<i>Tabla 37:</i> Valores asignados a las variables respuesta para la determinación de la zona óptima de formulación.....	91
<i>Tabla 38:</i> Mezclas obtenidas luego de optimizar las respuestas.....	91
<i>Tabla 39:</i> Resultados obtenidos del porcentaje de overrum para la relación óptima de goma de tara, pectina y goma xantana.....	93
<i>Tabla 40:</i> Análisis de varianza de los modelos aplicados a la variable respuesta overrum de la relación de estabilizantes en las muestras de helados.....	94
<i>Tabla 41:</i> Análisis de varianza del modelo cúbico especial para la variable respuesta overrum de la relación óptima de estabilizantes.....	94
<i>Tabla 42:</i> Coeficientes de regresión del modelo cúbico especial aplicado al % de overrum de la relación óptima de estabilizantes.....	95
<i>Tabla 43:</i> Resultados obtenidos de la aceptación sensorial de los estabilizantes.....	98
<i>Tabla 44:</i> Análisis de varianza de los modelos aplicados a la variable respuesta aceptación sensorial.....	98
<i>Tabla 45:</i> Análisis de varianza del modelo cuadrático para la variable respuesta aceptación sensorial de la relación óptima de estabilizantes.....	99
<i>Tabla 46:</i> Coeficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado a la aceptación sensorial....	100
<i>Tabla 47:</i> Valores asignados a las variables respuesta para la determinación de la zona óptima de formulación.....	103

<i>Tabla 48:</i> Mezclas obtenidas luego de optimizar las respuestas	103
<i>Tabla 49:</i> Caracterización fisicoquímica del helado a base de extracto	105
<i>Tabla 50:</i> Análisis proximal del helado a base de extracto de linaza	105
<i>Tabla 51:</i> Resultados de análisis microbiológicos del helado	106
<i>Tabla 52:</i> Comparación en la composición nutricional	107

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Planta de linaza.....	27
<i>Figura 2:</i> Diagrama esquemático de la microestructura del helado	39
<i>Figura 3:</i> Diagrama esquemático de la microestructura del helado . ¡Error! Marcador no definido.	
<i>Figura 4:</i> Estructura morfológica de la semilla de tara	56
<i>Figura 5:</i> Estructura Química de la Goma Xantana	57
<i>Figura 6:</i> Estructura Química de las Pectinas.....	58
<i>Figura 7:</i> Clasificación de los métodos de evaluación sensorial..... ¡Error! Marcador no definido.	
<i>Figura 8:</i> Flujo de operaciones para desarrollar helado hipocalórico y funcional a base de extracto de linaza.....	64
<i>Figura 9:</i> Gráfica de efectos principales para relaciones SN	77
<i>Figura 10:</i> Diagrama de Pareto de delta de señal ruido	78
<i>Figura 11:</i> Gráfico principales para medias	79
<i>Figura 12:</i> Diagrama de pareto de delta de medias.....	79
<i>Figura 13:</i> Comportamiento de las trazas para la variable respuesta aceptación sensorial.....	84
<i>Figura 14:</i> Representación de la gráfica de contornos para la aceptación sensorial en la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo y azúcar.....	85
<i>Figura 15:</i> Representación de gráfica de superficie para la aceptación sensorial en la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo y azúcar.....	85
<i>Figura 16:</i> Comportamiento de las trazas para respuestas esperadas para el overrum respecto a los componentes	89
<i>Figura 17:</i> Representación de la gráfica de contornos del overrum respecto a la relación óptima de extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar.....	90
<i>Figura 18:</i> Representación de la gráfica de superficie de respuesta para el overrum en la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo y azúcar.....	90
<i>Figura 19:</i> Formulaciones factibles y localización numérica de las soluciones de mezclas	92
<i>Figura 20:</i> Comportamiento de las trazas para las respuestas del porcentaje de overrum respecto a los estabilizantes	96
<i>Figura 21:</i> Representación gráfica de contornos para la variable respuesta % de overrum de la relación óptima de estabilizantes	97
<i>Figura 22:</i> Representación gráfica de superficie de respuesta para la variable respuesta % de overrum de la relación óptima de estabilizantes	97

<i>Figura 23:</i> Comportamiento de las trazas para las respuestas esperadas para la aceptación sensorial.....	101
<i>Figura 24:</i> Gráfica de contornos para la variable respuesta aceptación sensorial	102
<i>Figura 25:</i> Representación de superficie de respuesta para la variable aceptación sensorial.....	102
<i>Figura 26:</i> Zonas de formulación factible y localización numérica de las variables respuestas	104

RESUMEN

Objetivo: Diseñar y evaluar la formulación de un helado hipocalórico y funcional elaborado a partir de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza”. **Métodos:** el trabajo de investigación se dividió en tres etapas, las cuales fueron: Determinación de la relación óptima linaza: agua, determinación de la relación óptima de extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar en la formulación de un helado elaborado a partir de *Linum usitatissimum* “linaza”, determinación de la relación óptima de goma de tara, pectina y goma xantana en la formulación de un helado elaborado a partir de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza” **Resultados:** La mejor relación óptima linaza: agua fue de (1:14w/v), los mejores porcentajes de extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar en la elaboración de helado a partir de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza”, fueron 57.90%, 20.% y 13.60% respectivamente, los porcentajes adecuados de los estabilizantes fueron goma de tara 0.159%, pectina 0.1% y Goma xantana 0.03%. El helado con mayor aceptación obtenido reporto la siguiente composición proximal porcentual: 52.44 % de humedad, 21.50 % de azúcares totales, 7.48 de fibra, grasa 1.90%, proteína 15.08%, cenizas 1.6%, azúcares reductores 9.52%, 0,68 % de acidez expresado en láctico, 6.4 de pH; con un overrum de 82.3%±0.63. **Conclusiones:** se logró diseñar y evaluar la formulación de un helado hipocalórico y funcional elaborado a partir de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza”.

Palabras claves: helado, fibra soluble, hipocalórico

ABSTRACT

Objective: to design and evaluate the formulation of a hypocaloric and functional ice cream made from *Linum usitatissimum* “flaxseed” extract **Methods:** the research work was divided into three stages, which were: Determination of the optimal flaxseed ratio: water, determination of the optimal ratio of flaxseed extract, skim milk powder and sugar in the formulation of an ice cream made from *Linum usitatissimum* "flaxseed", determination of the optimal ratio of tara gum, pectin and xanthan gum in the formulation of an ice cream made from *Linum usitatissimum* “flaxseed” extract. **Results:** The best optimal ratio flaxseed: water was (1:14w/v), the best percentages of flaxseed extract, skim milk powder and sugar in the preparation of ice cream from *Linum usitatissimum* “linseed” extract, were 57.90%, 20.2% and 13.60% respectively, the appropriate percentages of the est abilizers were 0.159% tara gum, 0.1% pectin and 0.03% xanthan gum. The ice cream with the highest acceptance obtained reported the following percentage proximal composition on a wet basis: 52.44% humidity, 21.50% total sugars, 7.78 fiber, 1.90% fat, 15.08% protein, 1.6% ash, 9.52% reducing sugars, 0.68% acidity expressed in lactic, 6.4 pH; with an overrum of $82.3\% \pm 0.63$. **Conclusions:** it was possible to design and evaluate the formulation of a hypocaloric and functional ice cream made from *Linum usitatissimum* “linseed” extract.

Keywords: ice cream, soluble fiber, hypocaloric.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las enfermedades ya son comunes en las personas, existe un sinnúmero de enfermedades que atacan a la población, algunos ocasionados por un mal hábito alimenticio por lo que ahora el consumidor busca nuevas formas de consumo, alimentos más naturales con un beneficio extra para la salud.

Este trabajo de investigación busca fomentar una nueva alternativa de consumo, utilizando el lino o conocido también como linaza una semilla que contiene múltiples beneficios para la salud pero que su consumo y utilización no es muy amplia y por ende su comercialización de derivados, la cual será añadida en la elaboración de helado. Siendo el helado un producto muy adquirido por la mayoría de la población.

Por lo que el proyecto presentado busca contribuir con las exigencias del consumidor aprovechando los beneficios brindados por la semilla de lino, como agente enriquecedor en la producción de helado de crema, obteniendo así un producto funcional e hipocalórico. El proceso de transformación estudiado fue la obtención de extracto de linaza con una relación óptima de linaza: agua, para su utilización en el helado a obtener.

Para la obtención de dicho producto esta investigación se rige por el concepto dado por la NTP 202.057: 2006 (revisada el 2018), donde señala que los helados son productos alimenticios edulcorados, que se obtiene a base de una emulsión con diferentes ingredientes como grasa, proteínas entre otras que son sometidas a congelación con o sin incorporación de aire, que se almacenan, distribuyen y expenden en estado de congelación, o parcialmente congelados.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Hoy en día la mayoría de personas tratan de buscar más que un alimento que satisfaga sus necesidades, buscan también un alimento que les aporte un beneficio extra, frente al estilo de vida que presentan. Por ello pensamos en realizar un trabajo de investigación en el cual nos permita darle un valor agregado a un producto que ya es comercializado y muy consumido por el público en general. Dicho valor agregado proporcionará muchos efectos benéficos saludables a nuestra salud.

Nuestra problemática se basa en la utilización que tiene la linaza; siendo esta una semilla con muchos beneficios para la salud, una excelente fuente de omega 3, su consumo y utilización no es muy amplia y por ende su comercialización de derivados. Aun siendo la linaza fácil de conseguir ya que se encuentra en casi todos los mercados aptos para el consumidor. Asimismo, se busca resaltar las propiedades del *Linum usitatissimum* “linaza”, especialmente la fuente de ácidos grasos que posee.

En este proyecto de investigación nos centramos en la formulación de un Helado hipocalórico y funcional elaborado a partir de extracto de *Linum Usitatissimum* “Linaza”, de esta forma buscamos darle una nueva manera de poder utilizar la linaza, y que mejor en un producto que es muy solicitado en el mercado como el helado, que en cualquier estación del año es consumido, en este proyecto resaltamos no solo los excelentes beneficios que aporta la linaza sino una nueva alternativa ofreciéndoles un producto rico y saludable bajo en grasas ,y que previene enfermedades futuras, sin cambiar sus hábitos de consumo o su estilo de vida.

1.2 Problemas de la Investigación

1.2.1 Problema General

¿Será factible diseñar y evaluar la formulación de un helado hipocalórico y funcional elaborado a partir de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza”?

1.2.2 Problemas Específicos

- a. ¿Cuáles serán los parámetros óptimos en la formulación de un helado hipocalórico y funcional elaborado a partir de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza”?
- b. ¿Cuál será la proporción correcta de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza” en la formulación del helado hipocalórico y funcional?

- c. ¿Cuáles serán las características sensoriales y microbiológicas que tendrá el helado hipocalórico y funcional elaborado a partir de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza”?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Diseñar y evaluar la formulación de un helado hipocalórico y funcional elaborado a partir de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza”.

1.3.2 Objetivo Específico

- a. Determinar los parámetros óptimos en el desarrollo de un helado hipocalórico y funcional elaborado a partir de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza”.
- b. Determinar la proporción correcta de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza” en la formulación del helado hipocalórico y funcional.
- c. Evaluar la característica sensorial y microbiológica que tendrá el helado hipocalórico y funcional elaborado a partir de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza”.

1.4 Justificación de la Investigación

La semilla de lino más conocida como linaza, posee un sinnúmero de cualidades por lo que su utilización se ha ido ampliando con el paso del tiempo, aunque muy pocas veces se le ha atribuido un uso en la agroindustria, resulta de interés el poder darle otro tipo de empleo, así averiguar sus beneficios e influencias en un producto terminado.

La siguiente investigación surge de la necesidad de explorar nuevas ideas en la utilización de la semilla del lino, de tal forma que el consumidor tenga una nueva alternativa de consumo, es por ello que nuestro propósito es desarrollar un helado hipocalórico y funcional a base de extracto de linaza. La investigación busca también proporcionar información conveniente a la comunidad estudiantil aumentando la consciencia en innovar y utilizar nuevas maneras de consumo de la linaza, siendo la linaza accesible durante todo el año.

1.4.1 Delimitación del estudio

El trabajo de investigación está limitado a formular un helado hipocalórico y funcional a partir de extracto de semilla de linaza, por lo que se utilizó semillas de linaza que fueron obtenidas del mercado de la provincia de Huaral, la leche descremada en polvo se adquirió de la empresa “Frutarom” ubicado en la ciudad de Lima, los demás insumos fueron adquiridos en

mercados de Huacho. Los análisis correspondientes a la investigación se desarrollaron en el laboratorio Tecnología de alimentos II, de la escuela académica ingeniería en industrias alimentarias de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión – Huacho.

1.4.2 Viabilidad del estudio

El estudio de investigación es viable porque las semillas de linaza a utilizar están disponibles anualmente, por lo que no constituyen dificultades en obtenerlas. De igual manera los demás recursos están disponibles para poder llevar a cabo la investigación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Hernandez (2014), de la universidad “Rafael Landívar” en su tesis titulada “**Desarrollo de cuatro formulaciones de helados a base de agua con bajo contenido de azúcar y enriquecidos con vitamina C**”, cuyo objetivo fue desarrollar cuatro formulaciones de helados a base de agua, en dos presentaciones, con bajo contenido en azúcares refinados y enriquecidos con vitamina C, obteniendo así satisfactoriamente cuatro formulaciones de helados. Dos nieves y dos paletas de sabor arándano y tamarindo, sin colorantes o agentes aromáticos, con sustitución total de azúcar por dos edulcorantes artificiales con características prebióticas. Cumpliendo así con las pruebas de análisis físico químicas, pruebas de microbiología y siendo aprobada por más del 80% de jueces expertos y consumidores. El autor concluye en esta investigación que le fue posible desarrollar cuatro formulaciones de helados a base de agua, en dos presentaciones y dos diferentes sabores, con bajo contenido de azúcar, enriquecidos con vitamina C y con características prebióticas.

Sánchez (2009), del “Instituto Politécnico Nacional” en su tesis titulada “**Diseño y Evaluación de un helado funcional elaborado a partir del fruto de *Litchi chinensis Sonn*, adicionado con fibra de avena y bifidobacterias**”. Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar un helado a base de litchi, adicionado con bifidobacterias como bacterias probióticas y fibra de avena para lograr un alimento funcional. La formulación de helado seleccionada se le realizó un análisis microbiológico de acuerdo a la NOM-036-SSA-1994 y no se encontró la presencia de microorganismos patógenos. La viabilidad de las bifidobacterias se evaluó en un lapso de 4 semanas, encontrando una concentración inicial de 6.7×10^9 y una concentración final de 2.0×10^8 . Se realizó la cuantificación de vitamina C por HPLC. Hallando la mayor concentración en el fruto congelado (296.05mg/100g). La técnica más efectiva para evaluar la actividad antioxidante fue ABTS, el autor concluyó que tanto la cantidad de fibra obtenida en la formulación, como la concentración de bacterias probióticas en el helado son adecuadas para cumplir con los requerimientos de los alimentos funcionales.

Molina, Gertosio, Monte, & Pinto (2016) de la “Universidad de Santiago de Chile” con su tema “**Desarrollo de un helado hipocalórico y funcional con adicción de ácidos grasos**

Omega 3” publicado en la revista científica “Contribuciones Científicas y Tecnológicas” - Vol.41, refiere que el objetivo fue desarrollar un helado bajo en grasas, sin azúcar, enriquecido con ácidos grasos omega 3, y con características sensoriales de un helado estándar. Tuvo que realizar un diseño experimental 2^3 sin adición de omega 3 ni esencias para encontrar una mezcla base adecuada, a la cual se le realizó un segundo diseño experimental 2^1 para observar el efecto del omega 3 en la calidad del producto. Se eligió la formulación 6 (aislado proteico de suero 3.5 (+1) %, mezcla estabilizante/emulsificante 0.35/(-1) %, povidona 10.31 (+1) %) considerando que esta fórmula obtuvo mejor overrun de 99.3% y pH 6.6. Desarrolló 2 formulaciones, baja concentración de EPA + DHA (92 mg) y alta concentración de EPA + DHA (115 mg) para una porción de 100 ml de helado lo cual corresponde a un 0.26% y 0.33% de omega 3. Se obtuvo que la adición de un 0,33% de omega 3 no afectó ($p > 0,05$) las propiedades organolépticas del helado, se realizó también un estudio de estabilidad del omega 3, la cual determinó que este presentó una cinética de deterioro de 2° orden, y que el índice de peróxido se mantuvo bajo 3 meq O₂/kg aceite, menor al límite permitido (10 meq O₂/kg aceite). El análisis proximal indicó que el helado con 0,33% de omega 3 tuvo 78 kcal por 100 g de producto.

Amado (2010), de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” en su tesis que lleva por título “**Formulación y evaluación sensorial del helado de maracuyá elaborado con leche de soya**” cuyo objetivo fue desarrollar un helado de maracuyá a base de soya y con un edulcorante bajo en calorías, tuvo que realizar un trabajo con cinco etapas experimentales: el análisis bromatológico de la materia prima, la preparación de la leche de soya, la preparación del helado, el análisis bromatológico del helado y la evaluación sensorial del helado. Se realizó un análisis bromatológico de la materia prima, los resultados obtenidos fueron de humedad 83.6 %, proteínas 0.9 % y azúcares reductores 1.2 g. Se observó que existe diferencia significativa ($P < 0.01$) en el caso de sólidos totales para las muestras del helado preparado con azúcar estándar, Splenda y Splenda/maicena, en la grasa y valor calórico no se presentó diferencia significativa. En la evaluación sensorial tanto en la primera y segunda sesión los jueces prefirieron el helado hecho con Splenda por tener mejor sabor, textura, y apariencia.

Sarzuri (2011), de la “Universidad mayor de San Andrés” en su tesis titulada “**Propuesta de diseño y desarrollo para la elaboración de helado de leche enriquecido con las proteínas de la soya para la empresa “Delizia”**”, hace referencia que su objetivo fue elevar el valor nutricional del helado de leche con proteínas de origen vegetal(soya), por lo cual

realizó un estudio del extracto de soya y su procesamiento en la industria de lácteos, producción de helados enriquecidos con la proteína de soya, su objetivo fue obtener un helado a base de extracto de soya, aceptable sensorialmente y de bajo costo. Se realizó estudios donde se comprobó las variables fisicoquímicas del extracto de soya, 12° Dornic, 8% sólidos solubles, estas dos variables fundamentales para garantizar la calidad del helado. También se determinó % de overrun adecuado 70%, siendo este aceptable en el análisis sensorial (textura). Se determinó el valor nutricional del helado de cada una de las muestras, aplicando el método de la tabla boliviana de composición de los alimentos, siendo la soya uno de los mayores aportantes en proteína vegetal antes de la leche de la vaca y el sustituto lácteo por lo tanto se logró elevar el % de proteína de 2,1 a 2,4 g/helado, en comparación con el helado de leche que actualmente produce la empresa. El helado que satisface por su alto rendimiento en proteína, tiene bajo costo y es aceptable sensorialmente es cuyas características son: 50% extracto de soya y 23,5% leche de vaca, además se encuentra en un rango de significancia preferido, se considera que se cumplió con todos los objetivos propuestos.

Barrionuevo, Carrasco, Cravero, & Ramón (2011) de la “Universidad Nacional de Salta” con el tema **“Formulación de un helado dietético sabor arándano con características prebióticas”** publicado en la revista “Diaeta” Vol.29; mencionan que su objetivo fue formular un helado dietético sabor arándano (reducido en calorías, valor glucídico y lipídico) con características prebióticas, evaluarlo sensorialmente y analizar su composición físico-química. Se elaboraron helados al 20, 40 y 60% de arándanos, para definir porcentaje a utilizar mediante prueba de preferencia (Newel y Mac Farlane). Se mezcló, pasteurizó (63°C; 30 min), enfrió (4°C; 4,5 min), maduró (4°C; 2 horas) batió y congeló en máquina heladora (-6°C; 50 min). Posteriormente se envasó y almacenó (-16°C; 12 horas). La concentración adecuada de fruta fue 40%, aceptabilidad 86%, el color atractivo, morado; sabor y aroma dulce-ácido, a arándano; textura cremosa, sin cristales de hielo; consistencia, firme, de fundición lenta y cuerpo, esponjoso. Humedad 68,13; proteína 8,4; Hidratos de carbono 10,51; Fibra Dietética Total 12,51; Insoluble 5,82; Soluble 6,69; cenizas 0,45 g%; calcio 148,56; sodio 133,96 y fósforo 167,50 mg%; Overrun 71% respectivamente. Se rotuló: “alimento dietético de valor calórico reducido”; “0% grasas”; “sin agregado de azúcar” y “alto contenido en fibra alimentaria”. La conclusión que llegó fue que el helado dietético arándano (reducido en calorías valor glucídico y lipídico) con inulina fue factible, presentando buenas características nutricionales y sensoriales.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Larico, Yanqui, & Escobar (2016), con el tema: **“Elaboración de helado dietético a partir de Jarabe de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) con características prebióticas”** publicado en la “Revista de Investigaciones Altoandinas”; menciona que el objetivo de su investigación fue elaborar helado a partir de jarabe de yacón reemplazando la grasa al 100% por la inulina (propiedad que posee el yacón), determinando el overrun a diferentes concentraciones de jarabe y evaluar sus características organolépticas. Se utilizaron dos concentraciones de jarabe de yacón del 6 y 10 %, leche en polvo descremada y stevia, se realizó una evaluación sensorial determinando sabor, color, aroma y textura, mediante una prueba de aceptabilidad en 30 consumidores no entrenados usando el programa estadístico IBM. SPSS y un análisis físico de las dos concentraciones determinando el overrun. El rendimiento del helado fue mayor en la concentración del 10% de jarabe que obtuvo 88.6% a comparación de la concentración del 6% que obtuvo 60%, el análisis sensorial obtuvo un 93% de aceptabilidad. Los autores llegaron a la conclusión que la elaboración del helado dietético con la sustitución del 100% de grasa por inulina fue factible, presentando buenas características, en cuanto al análisis físico la concentración del 10% del jarabe de yacón obtuvo mayor overrun siendo esta la mejor para la elaboración de helados.

Choquemamani & Bustinza (2011), de la “Universidad Nacional del Altiplano” con su tema: **“Efecto de la adición de harina de Cañihua en las propiedades físico, químicas y microbiológicas del helado”** refiere que los objetivos fueron determinar el efecto del tiempo de batido, temperatura de congelación y el porcentaje de cañihua en las propiedades sensoriales del helado, también, Determinar el efecto de la adición de harina de cañihua en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del helado enriquecido con harina de cañihua. El diseño experimental utilizado fue diseño compuesto central rotatable (DCCR) con el que se evaluó la influencia de los factores harina de cañihua (2, 4 y 6 %), tiempos de batido (10, 12 y 14 min.) y temperaturas de congelamiento (-6, -8 y -10°C), sobre los atributos sensoriales (olor, color, sabor y textura), planteándose 20 tratamientos. Se utilizó harina extruida de cañihua de la variedad “Cupi”, adquirida en la planta de Servicios agroindustriales “El Altiplano”, la leche, se obtuvo del estable “Fundo Paccollo”, para la evaluación sensorial se utilizó un panel de 10 jueces para la prueba descriptiva y 20 jueces para la prueba afectiva. Obteniendo como mejor muestra el tratamiento número T5 con un porcentaje de harina de 2.8 %, un tiempo de batido de 10.8 min. y una temperatura de -6.8°C, el que se utilizó para realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos que nos dieron los

siguientes resultados: ceniza 1.285 %, proteína 5.66 %, grasa 7.585 %, fibra 0.7% y carbohidratos 20.68%. Microbiológicamente el helado de cañihua se encuentra dentro de los niveles expresados por la norma técnica sanitaria N° 071 “Criterios Microbiológicos de la Calidad Sanitaria e Inocuidad de los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano”. Sus resultados obtenidos concluyeron que el porcentaje de cañihua incorporado al helado favorece las propiedades nutritivas de éste, de manera importante sobre otros productos del mismo tipo, con un porcentaje mayor al 4% pierde su palatabilidad, la fibra que aporta la cañihua es importante para la mejor digestión del producto.

Szollosy (2015), de la “Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann” en su tesis titulada: **“Determinación de parámetros tecnológicos para la elaboración de helado con mezcla de aceite de oliva (*Olea europea L.*) Variedad sevillana y aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*)** donde se determinó los parámetros de elaboración de un helado con adición de aceite de oliva y sacha inchi. Donde se utilizó la metodología de Superficie de Respuesta (MSR) con el diseño central compuesto centrado en las caras para dos variables con 11 tratamientos y para hallar el mejor tratamiento. Se aplicó el método de optimización numérica basado en la función deseada. Se obtuvo el factor más influyente, que fue el aceite de oliva en su forma cuadrática y se establecieron los parámetros del tratamiento óptimo del helado, aceite de oliva 7,28% y 6,23% de aceite de sacha inchi. Se obtuvo un helado con una aceptabilidad según escala hedónica estructurada de 9 puntos: para color 7,25; apariencia 7,43; consistencia 7,45 y sabor 7,12; lo que confirma la buena aceptabilidad. El porcentaje de grasa del tratamiento óptimo es 9,08%, valor que caracteriza a este helado como de tipo crema con una acidez de 0,26 %. Asimismo, su aceptabilidad sensorial no resultó significativamente diferente de un helado comercial y su calidad microbiológica lo hace apto para el consumo humano.

Gaspar (2017), de la “Universidad Privada Antenor Orrego” en su tesis titulada: **“Efecto de la Sustitución parcial de la crema de leche por oleína de palma (*Elaeis guineensis*) y grasa de almendra de mango (*Mangifera indica L.*), sobre la viscosidad aparente, overrun, tiempo de derretimiento y aceptabilidad general en helado de vainilla”**, indica que su objetivo fue determinar el efecto de la sustitución parcial de la crema de leche (40, 50 y 60%) por tres combinaciones de mezcla de oleína de palma (*Elaeis guineensis*) y grasa de almendra de mango (*Mangifera indica L.*) (1:1, 3:1, 1:3). Aplicando la prueba de Levene modificada ($p > 0.05$), en los análisis de viscosidad aparente, overrun y tiempo de derretimiento, existiendo homogeneidad de varianzas; análisis de varianza ($p < 0.05$)

existiendo efecto significativo y la prueba de Tukey, teniendo como mejor sustitución a S3 (Sustitución de crema de leche al 40% por 10% OP y 30% GAM), para la viscosidad aparente con un valor de 111.0 mPa.s, un valor de 90.0% de overrum y un mayor tiempo de derretimiento de 91.36 min. En la prueba de aceptabilidad general se empleó la prueba estadística de Friedman, donde la sustitución S5 (Sustitución de crema de leche al 50% por 37.5% OP y 12.5% GAM), tuvo un valor de moda 8 correspondiente a la percepción “me gusta mucho” y la prueba de Wilcoxon donde se comparó la proporción con el mayor rango promedio (S5) con los demás tratamientos donde fue estadísticamente igual a las sustituciones S0, S3, S4, S6, S7, S8, S9.

Ceferino & Díaz (2016), de la “Universidad Nacional Hermilio Valdizán” en su tesis con el tema: **“Evaluación del nivel de aceptabilidad de los helados de palta (Persea americana) con diferentes mezclas base en el mercado de la ciudad de Huánuco”**, menciona que su objetivo fue desarrollar un “Helados de palta” para ofrecer al consumidor una propuesta distinta con respecto al consumo de palta, para ello se trabajó con tres tipos de leche (polvo, fresca, soya) y con tres porcentajes de pulpa de palta (20, 25 y 30%), donde se determinó las características fisicoquímicas, organolépticas, microbiológicas y nivel de aceptabilidad del helado de palta. De los nueve tratamientos evaluados, mediante los resultados fisicoquímicos analizados con el Diseño Completamente al Azar (DCA) se eligió solo tres tratamientos (T7, T8 y T9) donde se le efectuó el análisis sensorial, donde los panelistas indicaron que el mejor tratamiento fue el tratamiento T7, compuesta por leche fresca y con 30% de pulpa de palta, asimismo en la evaluación fisicoquímica el helado de palta tuvo un pH de 6.77, °Brix 26.83, Ácido láctico 0.223%, Overrum 69%, Grasa 13.1%, proteína 3.5%, carbohidrato 13.8%, ceniza 1.6% y Humedad 68%, clasificándose como un helado de crema frutado. En el análisis microbiológico se obtuvo, Mesófilos aerobios 85 ufc/g, Coliformes 4 ufc/g, Staphylococcus aureus 20 ufc/g, Listeria monocytogenes 10 ufc/g y ausencia de Salmonella sp, los resultados reportados se encuentran dentro de las especificaciones técnicas indicando las buenas prácticas de elaboración. Con la investigación de mercado para el helado de palta realizado en la ciudad de Huánuco se llegó a la conclusión que del 92.11% de las personas que consumen helados, el 98.16% estarían dispuesto adquirirlo, teniendo así al 80.70% de personas encuestadas dispuesto a comprar la presentación de 200 ml por el precio de S/. 2.00 colocándose dentro de los márgenes de aceptación favorable. Concluyó que el helado de palta puede ser una alternativa rentable para incursionar en el mundo empresarial por lo que goza de una aceptación considerable pudiendo ser competitivo en el mercado de la ciudad de Huánuco y generando

empleo tanto en la parte agrícola e industrial, mejorando de esta forma la calidad de vida de los productores de palta y demás involucrados.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 El lino

Según Calderón, Rzedowski, & Colaboradores (2005), refieren que son plantas herbáceas tienen hojas opuestas, sésiles, posee flores en forma de racimo con cinco sépalos enteros, dentados, la corola que rodea al pistilo y estambres consta de cinco pétalos de colores vivos tales como amarillo o blancos, azul y rosado, su fruto posee semillas dentro de la capsula que es la forma que tiene el fruto.

2.2.1.1 Etimología

Respecto al origen de la palabra *linum* se conoce escasamente. Fonnegra & Jiménez (2007) mencionan: “El nombre del genero *linum* proviene del céltico *llin* que significa rojo; el epíteto *usitatissimum* proviene del latín y significa muy útil, utilísimo”. Esta planta es muy utilizada por sus propiedades y beneficios.

2.2.2.1. Origen y otros aspectos

La procedencia no se encuentra exactamente establecido, se dice que podría encontrarse por el mediterráneo la zona del Cáucaso, también en Egipto o de Asia Occidental o Central. En la actualidad se encuentra en diferentes partes del mundo, se cultiva por varios factores uno de ellos es como fuente de aceite, fibra y usos en el aspecto medicinal, por ello su cultivo es frecuente en Sudamérica tanto en zonas templadas y subtropicales (Fonnegra & Jiménez, 2007).

Según Calderón et al. (2005), mencionan que este género tiene un aproximado de 80 especies que se encuentran distribuidas por casi todo el mundo. Algunas de ellas se mencionaran a continuacion:

- *Linum australe*
- *Linum australe* var. *Glandulosum*
- *Linum mexicanum*
- *Linum orizabae*
- *Linum rzedowskii*
- *Linum schiedeanum*

- *Linum usitatissimum*

2.2.2.2. Descripción Botánica

Los pétalos de la flor de lino son cinco, dependiendo a la variedad correspondiente sus colores varían entre azul, rosado pálido y blanco, su anchura de doce mm, tiene cinco estambres alternadamente que constituyen su androceo, y según su variedad es el color de sus antenas (Trillas, 1986, citado por Quezada, 2014.).

Fonnegra & Jiménez (2007), añade que son plantas herbáceas, la altura que tiene sus tallos es de un metro, también posee hojas alternas, sésiles, los colores que tiene sus flores son azul claro o blancas, su pistilo de color azul, las semillas que proporciona son de color café, forma agudas en las partes extremas y ovaladas con un tono brillante, que se encuentran en el fruto en forma de capsula.

2.2.3. Linaza

Ampuero (2011), refiere que la semilla de la planta del lino es la linaza, que proviene de la familia de las Lináceas, su altura oscila entre 0,3 y un metro, la finalidad de su cultivo es para la obtención de aceite y fibra, el aceite que proporciona tiene diferente uso como para la fabricación de jabones suaves y pinturas. Asimismo, la linaza es un constituyente importante en las diferentes formulaciones de alimentos. En la figura 1, se puede observar la planta de linaza.



Figura 1: Planta de linaza

Fuente: Ambrosia, 2012, citado por Zhañay, 2014.

Jácome (2010), añade que la semilla de linaza proviene del lino, la forma que tiene es como de granillos elipsoidales, brillantes de color gris, cuando se somete a presión, proporciona un

aceite de mucha utilidad para la obtención de barnices y pinturas, tiene otras formas de poder ser utilizado como harina para cataplasmas emolientes, en las diferentes industrias como mucilagos.

Son semillas similares a las semillas de sésamo, pero un tamaño más grande rodeadas por una cáscara compacta lisa y brillante, según sea la variedad, el color puede ser ámbar o marrón rojizo, una manera más fácil para aprovechar los nutrientes es en semillas molidas (Lara, Pérez, Rangel, & Velázquez, 2006).

Bueno (2017), coincide con este último, menciona que la semilla de linaza tiene la forma similar a la semilla de sésamo pero con un tamaño más grande que este, hace mención también que son alargadas, su color va a variar dependiendo a la pigmentación que posea ya sea de amarillo claro o café oscuro; mientras que Ostojich & Sangronis (2012), añade que su origen proviene del mediterráneo, la utilidad de esta semilla son diversas, poseen un alto valor nutritivo y se le ha considerado como una oleaginosa industrial.

Se mencionaron diferentes conceptos referentes a la semilla de lino, también es importante mencionar el trabajo de Chico (2017), añade: “la linaza es una pequeña semilla proveniente de la planta de lino, tiene sorprendentes propiedades benéficas para la salud; estas propiedades se deben a su gran cantidad de fibra dietética, ácidos grasos poliinsaturados y fitoquímicos como los lignanos”.

2.2.3.1. Taxonomía

Zhañay (2014) menciona a continuación la ubicación taxonómica de la semilla del lino.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta (plantas con flor)

Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas)

Subclase: Rosidae

Orden: Linales

Familia: linaceae

Género: *Linum*

Especie: *L. usitatissimum*

2.2.3.2. Descripción Botánica

Zhañay (2014), hace referencia que la semilla de lino tiene una altura aproximada de un metro, carece de pelos, y su tiempo de vida no es muy larga. Menciona a continuación algunas características botánicas:

- **Tallo:** En ocasiones se aprecia ramificado en la base, pero su forma más conocida es recto y estriado.
- **Hojas:** Forma puntiagudas, alternas con uno o tres venas evidentes delgadas, suelen tener un largo de hasta cuatro cm.
- **Inflorescencia:** Hacia la punta de los tallos, las flores se encuentran en forma de racimos ramificados, que tienen casi la misma altura, las hojas que las acompañan son de un tamaño pequeño.
- **Flores:** Posee un color blanco o azul claro, el pistilo azul; están en pedicelos que tienen un largo aproximado de 2.5 cm, cáliz puntiagudo de cinco sépalos, algunos de margen translúcido y con pelillos, tres venas, con una vena central evidente, cinco estambres y estilos, su corola de cinco pétalos color blanco pocas veces y azul.
- **Frutos:** Es una cápsula globosa, de forma puntiaguda, larga y en ocasiones un poco más ancha, también con pelillos a veces, los sépalos los rodean y para poder liberar las semillas se abren.
- **Semillas:** Tienden a tener una coloración que varía de café a negruzcas, posee albumina, cera, resina, mucus vegetal, goma aceite fijo y graso, almidón, azúcar, ácido acético acetato, fosfato potásico, cálcico y clorhidrato de potasa.

2.2.3.3. Origen, distribución y hábitat

Su origen posiblemente sea del mediterráneo o Asia Occidental, pero exactamente no se encuentra definido con exactitud, sus semillas se propagan siempre y cuando los suelos estén bien abonados y drenados. Es cultivado en Sudamérica en zonas templadas y subtropicales, para usos medicinales y como fuente de fibra y aceite (Ampuero D. , 2011).

La linaza es una semilla reconocida desde tiempos prehistóricos, en Asia, Europa y norte de África por sus beneficios que aportan para la salud, como fuente de alimentos y fibra, su cultivo ya está distribuido en 50 países aproximadamente, en mayor proporción en el hemisferio norte. El principal productor de la linaza es Canadá, pero cabe mencionar otros países que lo siguen como China, Estados Unidos e India. Como la producción de linaza en Chile es mínima se

importa desde Canadá, es utilizado como ingredientes para reposterías y complemento dietético. Anteriormente solo se producía la linaza para la producción de aceite de uso industrial, pero ahora en la actualidad, por su alto beneficio a la salud el interés de su uso es consumir la semilla molida, aunque existe todavía mucha gente que no conoce todos los beneficios que ofrece dicha semilla (Figuerola et al., 2008).

El lino ha sido utilizado antes tanto para la extracción de aceite y por la industria textil, en viviendas prehistóricas lacustres de la edad de piedra en Zuiza, se han hallado algunos tallos y semillas de lino, también restos arqueológicos de tejidos. El lino es cultivado en diferentes países como Canadá, Egipto, Argentina, Uruguay, España, Francia, Rusia a más de 4000 msnm y crece en todos los climas. El principal productor y el más grande es Canadá. Inglaterra, Francia, Bélgica, Holanda como son países templados y fríos, proporciona como planta filamentosa los productos de mejor calidad, cerca de la orilla del mar. El cultivo del lino no debe darse en terrenos húmedos ya que ocasionan inconvenientes, ya que no se puede labrarse en un tiempo prudencial, es mejor cultivarlos en terrenos arcillo-silíceos (Zhañay, 2014).

2.2.3.4. Beneficios de la linaza

Figuerola et al. (2008), mencionan que la semilla de lino tuvo un uso tradicional como oleaginosa, los componentes ofrecen muchos beneficios para la salud por lo cual brinda prevenir algunas enfermedades crónicas, es por ello que el interés por esta semilla ha aumentado en las últimas décadas. Los compuestos que destacan más por su actividad biológica son, el ácido alfa linolénico, los lignanos y la fibra dietética. La semilla debe molerse, para así aprovechar mejor sus componentes, aumentando así su bio-disponibilidad.

La linaza posee muchos beneficios para la salud, por ello Adolphe & Fitzpatrick (2015), refiere: “ayuda a reducir el nivel de colesterol y bajar la presión arterial y, por lo tanto, protege de las enfermedades cardiovasculares. Al incorporar linaza en una dieta saludable, puede resultar más fácil controlar la glucosa (azúcar) en la sangre”.

Tiene usos terapéuticos como laxante por lo que Zhañay (2014), menciona que algunos compuestos como los mucílagos, la fibra insoluble y el aceite graso proporciona un efecto laxante suave no irritante. Las semillas poseen un poder alto de absorción a la lubricación de la masa fecal y a la estimulación del peristaltismo. Su efecto comienza a notarse pasando los tres días.

Lara et al. (2006), coincide con este último respecto al uso de la linaza, menciona “(...) A diferencia de la mayoría de los laxantes que suelen irritar el intestino, la acción protectora de los mucílagos hace que esta planta no sea agresiva para esta parte del organismo (...)”.

Las enfermedades cardíacas son una de las principales causas de muerte por ello Adolphe et al., (2015), señala que para una protección cardíaca es importante el consumo de linaza por sus compuestos tales como lignanos, el AAL omega-3 y la fibra soluble. Un incremento de 1 g/día de la ingesta de ALA proporciona una reducción de 10% de riesgo de muerte de dicha enfermedad, según un metaanálisis. Por lo que el recalca lo siguiente: “el consumo de fibra dietética está inversamente asociado con el riesgo de las ECV, incluyendo enfermedades a las coronarias, apoplejía (derrame o ataque cerebral), hipertensión (presión arterial alta), obesidad y síndrome metabólico (...)”.

2.2.3.5. Composición química de la linaza

Según Fonnegra G. & Jiménez R. (2007), la composición química de la linaza es 3 a 10% de Mucílagos (Polisacáridos neutros y ácidos compuestos principalmente por arabino-ramnosa, galactosa, xilosa y ácidos galacturónico y manurónico), 25% de Fibra insoluble (Celulosa), 30% a 45% de Aceite fijo (Triglicéridos de ácidos linolenico, linoleico y oleico), 0.2% de Ligninos (Secoisolariciresinol Diglucósido), 0,1 a 1,5% Heterósidos cianogénicos (Linustatina y Neolinustatina) y otros como proteína (25%), esteroides, triterpenos, sales minerales, etc.

Figuerola et al., (2008), afirma que la linaza tiene alrededor de 40% de lípidos, 30% de fibra dietética y 20 % de proteína, dependiendo la variedad y las condiciones de cultivo la composición proximal varía, en los cotiledones se puede encontrar el 87% de los lípidos y el 76% de la proteína de la semilla, también se encuentran un 17% de los lípidos y el 16% de la proteína en el endosperma.

A diferencia de Figuerola et al., (2008); Ruiz, Gaviria, Arango, Molina, & López (2011), afirma que la linaza contiene 41% de grasa, 21% de proteína, 28% de fibra dietaria, además de vitaminas, minerales y carbohidratos. Un producto obtenido de la semilla del lino es el aceite de linaza que posee un 73% de ácidos grasos poli-insaturados, 18% de monoinsaturados y 9% de saturados. Un aproximado de un 55% de los ácidos grasos poli-insaturados corresponde al ácido graso esencial alfa Linoleico. Respecto a la fibra dietética de linaza contiene la fibra insoluble y soluble (mucilagos), esta última corresponde entre 7 y 10 % de la fibra total

aproximadamente, estos contribuyen con la salud. Son también una fuente de fitoestrogénos especialmente lignanos.

A continuación se describen los compuestos químicos presentes en la linaza en mayor proporción:

a) Proteínas.

Ojeda, Noguera, & Herrera (2017), refiere que la linaza posee proteínas que tienen un rango de 22.5% y 31.6%, mayormente conformado por un 77% de globulinas y 27% de contenido de albúmina de la proteína total. También es rica en arginina, ácido glutámico, ácido aspártico, pero cabe mencionar que no carece de lisina, metionina y cisteína.

La linaza posee un alto contenido de proteínas, estas pueden variar dependiendo a diferentes factores. Figuerola, Muñoz, & Estévez (2008) afirma: (...) “Las condiciones de procesamiento (descascarado o desgrasado) afectan el contenido de proteínas del producto derivado de la linaza. La cáscara tiene menores contenidos de proteína, por lo que, la harina sin cáscara y desgrasada tiene un alto contenido proteico”.

Oomah 2000 (como se cito en Magro, 2015) menciona: “Es una buena fuente de proteína vegetal, y está compuesto de 17 tipos de aminoácidos: alanina, arginina, ácido aspártico, cistina, ácido glutámico, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, tirosina, valina”.

b) Lípidos

La linaza es rica en ácidos grasos poliinsaturados, entre ellas están especialmente el ácido α -linolénico (ALA), ácido graso esencial omega 3 (ω -3) y ácido linoléico, ácido graso esencial omega 6 (ω -6), estos son esenciales para nuestro cuerpo, pero debido a que el organismo no los produce se deben obtener de otras maneras, como de las grasas y aceites de los alimentos. El 57% y 16% de ácido α -linolénico y ácido linoléico forman parte del total de los ácidos grasos totales respectivamente presentes en la semilla de linaza (Quezada, 2014).

Los ácidos grasos esenciales cumplen una función importante en los procesos biológicos del organismo, tales como la activación de los genes para la creación de proteínas celulares, además de ello tiene función antibacterial. Asimismo ya que son ácidos grasos insaturados ayudan a mantener las membranas flexibles, además de ser precursores de los ácidos grasos de cadena larga (Morris 2003, citado por Ampuero, 2011).

En los cotiledones prevalecen los ácidos α linolénico, linoleico y oleico, también son el tejido primordial donde el aceite se almacena, que está formado primordialmente por un tipo de glicerol llamado triacilgliceroles en un 98%, y su apariencia es en glóbulos de aceite que posee un diámetro de 1.3 μm . Los fosfolípidos y ácidos grasos libres en porcentajes de 0.9% y 0.1% respectivamente forman parte de la fracción lipídica, la que carece de lípidos es la cáscara con un 22%, pero su aceite es abundante en ácido palmítico (Figuerola, Muñoz, & Estévez, 2008).

c) **Fibra**

Otro de los nutrientes que se encuentran en las semillas del lino es la fibra que es beneficioso para nuestra salud por lo que Arroyo (2014), menciona: “La fibra se presenta como estructura material en las paredes celulares de las plantas y tiene importantes beneficios para la salud de los humanos”.

También es importante resaltar el trabajo de Figuerola, Muñoz, & Estévez (2008), añade: la linaza posee un contenido bajo en azúcares solubles o carbohidratos que tienen un equivalente de 1 a 2 g/100g, los carbohidratos que se encuentran en mayor proporción, es la fibra dietética, que es rica en fibra dietética soluble e insoluble, que puede llegar un total hasta 28% del peso seco de la semilla, con una relación de 75% de fibra insoluble y 25% de fibra soluble o mucílago.

Los principales tipos de fibra que se encuentran en la linaza son celulosa, mucílago y lignina, siendo la celulosa quien constituye la fibra soluble y forma parte principal de la pared celular de las plantas. El mucílago una fibra soluble característica que se le atribuye por contener tres tipos de arabinosilanos, la lignina es un tipo de fibra que se relaciona por su composición química con los lignanos; constituye también la fibra insoluble; posee función estructural, proporcionar rigidez y fuerza (Colonia, 2012).

Magro (2015), coincide con este último, añadiendo que la semilla del lino contiene aproximadamente un 75% y 25% de fibra insoluble y soluble respectivamente, estos dos tipos de fibra tienen diferentes componentes, en las fibras insolubles (la celulosa hemicelulosa, la lignina y almidones), en las fibras solubles (las gomas, mucílagos, la inulina, pectinas, los fructooligosacáridos y algunas hemicelulosas), asimismo se pueden encontrar en diversos productos como granos enteros, cereales, salvado de trigo y algunas verduras (fibra insoluble) y legumbres frescas o secas, frutas, avena y cebada (fibra soluble).

Colonia (2012), menciona que las fibras se pueden encontrar de diferentes maneras dependiendo a sus propiedades, pueden ser fibra, escasamente fermentable, insoluble y no viscosa, también se encuentran como fibra fermentable, soluble y viscosa. Las fibras solubles forman soluciones de gran viscosidad al estar en contacto con el agua, por lo cual ayudan en el metabolismo lipídico, proteínas y anticancerígeno, a diferencia de las fibras insolubles que forman mezclas de baja viscosidad esto debido a que retienen agua en su matriz estructural, por lo que contribuyen en el tránsito intestinal y aumentan la masa fecal, por lo que en la mucosa del colon va disminuir la concentración de carcinógenos.

La semilla de lino se puede utilizar de diferentes maneras, tanto enteras como molidas, señalado anteriormente la linaza contiene fibra soluble e insoluble por lo que Arroyo (2014), menciona que en una cucharada de semilla entera de linaza se puede encontrar de 0,6 a 2g de fibra soluble y de 1,8 a 2,4 g de fibra insoluble y la semilla molida en la misma cantidad de una cuchara contiene de 0,4 a 0,9g de fibra soluble y de 1,3a 1,8g de fibra insoluble.

d) Vitaminas y Minerales

Las vitaminas son fundamentales para nuestro organismo, el no consumirlas afecta nuestra salud ocasionandonos enfermedades de piel, disminución en la visión nocturna, no hay buena coagulación en la sangre, descalcificación de huesos, u otras padecimientos, contrario a esto; el consumir vitaminas nos benefician en nuestros sistemas, previniendo enfermedades también intervienen en el funcionamiento celular (Bueno, 2017).

Son innumerables las propiedades de la semilla de lino dentro de ellas están los minerales y vitaminas por lo que Figuerola et al. (2008), refiere: “Entre los minerales que contiene la linaza destaca el potasio, fósforo, hierro, zinc y manganeso. La semilla contiene, además, vitaminas del grupo B”.

La tabla 1 muestra las vitaminas del grupo B predominantes que contiene la linaza, se encuentra presente también la vitamina soluble en grasa, vitamina E; y está presente como gamma-tocoferol un antioxidante que va a proporcionar beneficios tales como promover la excreción de sodio en la orina, protege las proteínas celulares y las grasas de la oxidación, contribuye también a prevenir las enfermedades cardíacas, cáncer y Alzheimer. El rango de contenido de gamma-tocoferol varía desde 8,5 a 39,5 mg/100g de semilla o entre 0,7-3,2 mg/cda de linaza molida (Ampuero D. , 2011).

Tabla 1: Contenido vitamínico de la linaza

Soluble en Agua	mg/100g	Mg/cda. de linaza molida
Ácido ascórbico/Vit. C	0.50	0.04
Tiamina/Vit. B1	0.53	0.04
Riboflavina/Vit. B2	0.23	0.02
Niacina/Ácido Nicotínico	3.21	0.26
Piridoxina/Vit. B6	0.61	0.05
Ácido pantoténico	0.57 mcg/10g	0.05 mcg/10g
Ácido fólico	112	9.0
Biotina	6	0.5
Soluble en Grasa	mg/Kg en ACEITE	Mg/cda. En aceite
Vitamina E Alfa-tocoferol	7	0.10
Delta- tocoferol	10	0.14
Gamma-tocoferol	552	7.73 mcg/cda.
Vitamina K	No detectables	0.3

Cda= cucharada

Fuente: (Morris 2003, citado por Ampuero, 2011)

e) Otros Compuestos

Otros compuestos que se encuentran en la semilla de lino son los fitoquímicos, tales como los ácidos fenólicos, lignanos y flavonoides. A partir de los lignanos de las plantas, como de cereales integrales, nueces, semillas, verduras y legumbres, se van a sintetizar gracias a las bacterias intestinales, los enterolignanos tales como el enterodiol (END) y la enterolactona (ENL) (Arroyo, 2014).

Ojeda et al. (2017), añade que la semilla de linaza posee dos tipos de fitoestrógenos, tales como los lignanos y los isoflavonoides que al ser sintetizados por la planta están encargados de diversas funciones celulares. Los lignanos de la semilla del lino son: secoisolariciresorcinol (SDG), matairesorcinol, pinoresorcinol, lariciresorcinol, isolariciresorcinol, artigenina, tetrahydrofurano, arctigenina, hinoquinina, nordihidroguayarético, ácido divainillínico; el lignano que se encuentra en mayor proporción es el SDG con 1.410 y 2.590 mg/100g de semilla seca. Los isoflavonoides presentes son: genisteina, daidzeina y biocaina A.

Los ácidos fenólicos presentes en la semilla del lino están entre 0,8 y 1,3 g/100g, de los cuales se encuentran de forma esterificada y eterificada con un rango aproximado de 0,5

g/100g y 0,3 a 0,5 g/100g respectivamente, sus cantidades varían dependiendo a la variedad y condiciones ambientales (Figuerola et al., 2008).

Como se menciona anteriormente los ácidos fenólicos son compuestos importantes que posee la linaza por lo que Ampuero (2011), menciona: “Los compuestos fenólicos tienen importancia en la salud, ya que se incorporan al organismo humano al consumir alimentos de origen vegetal. La linaza posee una alta concentración de compuestos fenólicos donde los lignanos son de particular relevancia”.

Los lignanos son compuestos que nos proporcionan efectos benéficos para nuestra salud disminuyendo así el riesgo de contraer algunas enfermedades tales como, cardíacas, osteoporosis, diabetes, enfermedades renales; ya que poseen propiedades como, estrogénicas y antiestrogénicas, antioxidantes, antitumorales e inhibición de enzimas envueltas en el metabolismo hormonal. Los lignanos que se encuentran en mayor proporción en la semilla de linaza son el secoisolariciresinol diglicósido (SDG) (Ampuero D. , 2011).

También es importante mencionar a Figuerola et al. (2008), añade que: “Los ácidos fenólicos más abundantes en la harina de semilla descascarada son el trans-ferúlico (46%), trans-sinápico (36%), p-cumárico (7,5%) y trans-caféico (6,5%). La goma de linaza también puede tener cantidades considerables de ácidos fenólicos”. En la tabla 2 se observa los principales componentes de la linaza.

Tabla 2: Composición química de la linaza

Componentes de la linaza	Composición de la semilla (%)
Grasa	41
Fibra dietética total	28
Proteínas	20
Humedad	7
Ceniza	4

Fuente: (Morris 2014; citado por Morales, 2013)

2.2.3.6. Usos de la linaza

a) Uso Industrial: Desde la antigüedad la semilla del lino, fue cultivada para así obtener la fibra de los tallos y el aceite de sus semillas. Siendo el lino una fibra vegetal, contribuye como materia textil, teniendo características como la elasticidad que hacen que el tejido soporte

tensiones y presiones que otros no soportan, como para la fabricación de velas, otra característica es su suavidad y su espléndido color blanco por lo que es utilizado para la fabricación de ropas interiores. Por ello la linaza tuvo una gran aceptación en la antigüedad (Quezada, 2014).

b) Uso en la elaboración de productos: La semilla de lino también puede ser usada para la fabricación de harina rica en proteínas y fibras y para la extracción de goma. La goma extraída de la linaza tiene una alta capacidad espesante, espumante, de hinchamiento, de ligazón y emulsificante; estas van a depender del tamaño y orientación molecular. Esta goma es parecida a la goma arábiga posee la capacidad de formar geles débiles termo-reversibles de establecimiento en frío a pH entre 6.0 y 9.0 ya que al someterle una adecuada presión presentaría propiedades de flujo, para lograr la estabilidad máxima de la espuma su concentración debe ser de 1%. La goma debe tener una viscosidad característica alta para generar un mayor potencial en la estabilización de emulsiones aceite-agua (Figueroa et al., 2008).

c) Uso Terapéutico: posee amplias propiedades terapéuticas como las mencionadas por Orozco (2013): *piel y mucosas* (en caso de irritación de piel, dolor en general, el mucílago suaviza las irritaciones de garganta); *antiinflamatorio* (la linamarina actúa como anestésico sobre las mucosas, el ácido eicosapentanoico (EPA) proporciona efectos antiinflamatorios); *antibacteriano* (el aceite hidrolizado tiene efectos antibacterianos contra *staphylococcus aureus* resistente a los antibióticos); *antioxidante* (por su contenido en ácido omega-3 y lignanos, sin embargo, no está del todo claro); *laxante* (los mucílago, fibra insoluble y aceite graso que contienen las semillas); *mejora el perfil lipídico* (por su elevado contenido de fibra y ácidos grasos insaturados, proporciona cualidades nutricionales como ser un complemento dietético en la prevención del aterosclerosis, el hipercolesterolemia y la hiperlipidemia)

2.2.3.7. Efectos adversos

Zhañay (2014), menciona que las semillas de lino son tolerables por lo general, pero debe tomarse de manera adecuada, con líquido abundante para así evitar flatulencia o dilatación en el tracto digestivo, si no se consume con la cantidad de líquido suficiente ocasiona peligro de obstrucción. Es mejor evitar en casos de disfagia o diversos esofágicos.

2.2.3.8. Gel de linaza

Gel

Respecto a los geles Orozco (2013), menciona: “son formas farmacéuticas semisólida que contiene él o los principios activos y aditivos, sólidos en un líquido que puede ser agua, alcohol o aceite de tal manera que se forma una red de partículas atrapadas en la fase líquida”. Hace referencia también a las características que posee un gel tales como:

- Consistencia semisólida o fluida.
- Su aspecto puede ser transparente o turbio.
- Presentan estructura de tipo continua.
- El pH se encuentra entre 4,5 y 8,5.

Extracción de la goma de linaza

Respecto a la goma de linaza existen estudios que enfatizan sobre las condiciones de extracción, su efecto en la composición y sus propiedades reológicas de la suspensión. El mucílago tiene características parecidas a una goma, constituidos por polisacáridos ácidos y neutros, asociados a la cascara del grano. La goma de la semilla del lino posee características tales como resistencia a las sales, capacidad espumante, estabilidad y viscosidad estable en diferentes pH. La temperatura adecuada del agua para la extracción de la goma es entre un rango de 85-90 °C con un pH de 6.5 a 7.0, la relación agua: semilla será de 13:1 (Magro, 2015).

El proceso para realizar la extracción de la goma según Jácome (2010), es la siguiente: hervir la linaza en grano con agua, hasta obtener una baba (gel), se debe dejar que la temperatura disminuya solo un poco, luego se procede a colar en un recipiente y refrigerarlo. Es importante mantenerlo refrigerado para evitar los malos olores y conservarlos por más tiempo.

2.2.4. Helado

La NTP 202.057: 2006 (revisada el 2018), señala que los helados son productos alimenticios edulcorados, que se obtiene a base de una emulsión con diferentes ingredientes como grasa, proteínas entre otras que son sometidas a congelación con o sin incorporación de aire, que se almacenan, distribuyen y expenden en estado de congelación, o parcialmente congelados.

Madrid & Cenzano (2003), refiere que los helados son una mezcla homogénea y pasteurizada de ingredientes tales como leche, agua, azúcar, nata, zumos, huevos, cacao, etc, la cual es batida y congelada, se puede consumir de diferentes maneras y tamaños.

Arbuckle (1986), menciona también que el helado es un alimento lácteo congelado que se prepara al congelar una mezcla pasteurizada con agitación para incorporar aire y asegurar la uniformidad de consistencia. La mezcla se compone de una combinación de productos lácteos, azúcar, dextrosa, jarabe de maíz en forma seca o líquida, agua, y puede incluir huevos o productos de huevo, saborizantes inocuos y estabilizador o emulsionante agregado, todo de material comestible sano.

El helado es un producto congelado el cual pasa por varios procesos tales como de agitación, saborización, una mezcla de estabilizantes, edulcorantes o azúcar. Las cantidades necesarias de aire, fruta, agua, crema, grasas, azúcar, estabilizante entre otros, van a variar dependiendo que producto final se desee (Hernandez M. , 2014).

Asimismo Clarke (2004), señala que la estructura del helado esta compuesto de cristales de hielo, burbujas de aire y gotas de grasa de tamaño 1 μm a 0.1 mm y una solución viscosa de azúcares, polisacáridos y proteínas de la leche, conocida como la matriz. A esto se le conoce como microestructura que es mostrado esquemáticamente en la Figura 2:

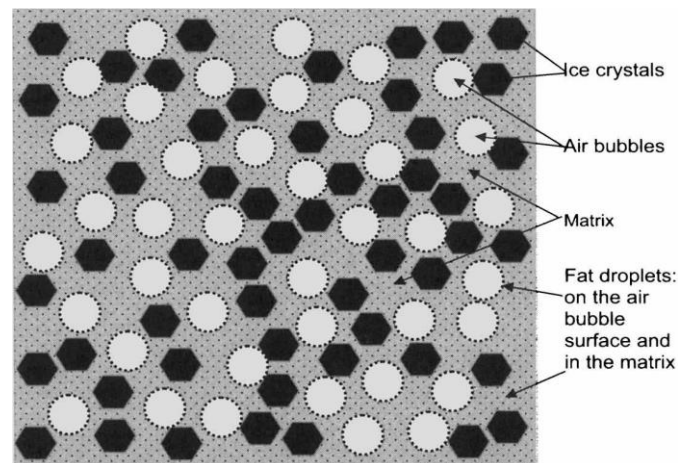


Figura 2: Diagrama esquemático de la microestructura del helado

2.2.4.1. Historia y evolución del helado

Niebel, (1996), citado por León (2010), afirma: “es muy difícil establecer cuál es el origen del helado ya que el concepto del producto ha sufrido sucesivas transformaciones en la medida

del avance tecnológico, de la generación de su consumo y de las exigencias de los consumidores”.

El origen de los helados viene desde la antigüedad, por ejemplo, el helado tipo “sorbete” hay quienes mencionan que fueron inventados por los antiguos romanos, utilizando nieve, frutas y miel, señalan también que ya se realizaban mezclas de nieve de las montañas con miel y azúcar estos lo realizaban los chinos, muchos siglos antes de Cristo (Zhindon, 2010).

Cabe mencionar también a León, Maticorena, Ludeña, Farfán, & Montoya (2014), refieren sobre el origen de los helados: “no se puede establecer a ciencia cierta, puesto que algunos sostienen que proviene de China, otros ubican su nacimiento en Grecia y otros tantos en Egipto. Sin embargo, muchos coinciden en que aparecen hace aproximadamente tres mil años”.

Según Sarzuri (2011), señala que antiguamente en China y en otros lugares asiáticos antes del cristianismo, el consumo de bebidas con nieve ya existía, además se usaba el hielo picado para el enfriamiento de postres dulces. Se le atribuye a Marco polo cuando realizó su viaje al Oriente que fue él quien trajo una bebida compuesta de zumos de frutas y agregado de hielo picado, las que actualmente son llamados granizados. También hay otra versión que indica que fueron los árabes cuando invadieron Europa, los que introdujeron el “Scherbet” un producto que significa Dulce Nieve.

Este mismo autor menciona también que el artista Bernardo Buontalenti difunde el helado en el siglo VX, el elaboraba helados utilizando nata, frutas, dulces, aromas, huevos y nieve, y en los banquetes que realizaba para sus invitados, presentaba dicho producto, por lo que llegó a esparcirse en todo el continente Europeo.

Como se menciona anteriormente existen diferentes versiones sobre el origen del helado por lo que León et al. (2014) añaden lo siguiente: es a Catalina de Médicis, a quien se le atribuye llevar el helado a Francia, al momento de casarse con Enrique II de Valois, en el siglo XVI, y gracias a un cocinero francés el helado llega hasta Inglaterra, fue allí donde se le adiciona la leche como ingrediente en su elaboración. A mediados del siglo XVII fue Procopio un italiano quien inventa una máquina homogenizadora para así poder obtener la famosa crema de helado, homogenizando frutas, azúcar y hielo. El helado llegó al continente Europeo y América del norte, gracias a comerciantes ambulantes de origen italiano esto dado en el siglo XVIII, posteriormente en el siglo siguiente, Nancy Johnson es aquella que crea la primera heladera automática, por lo que el helado llega a crecer industrialmente, donde Jacobo Fussel tomó la

iniciativa en el año 1851 de fundar una empresa de helados, esta llega hacer la primera productora de helados en los Estados Unidos. En esa época la fabricación de los helados eran distintas ya que no existían las maquinas enfriadoras por lo que su método o manera de enfriar era distinta, preparaban el helado en un recipiente pequeño de madera o estaño y en otro recipiente más grande colocaban hielo y sal, y procedían a poner el recipiente más pequeño encima del recipiente más grande. En la época actual la fabricación de este producto a avanzado positivamente contando con modernas máquinas que hacen que sus producciones a nivel industrial sean más fáciles de realizar.

Sarzuri (2011), añade también lo siguiente: “En el siglo XVII, se incorpora la sal al hielo, con lo cual éste aumenta su duración. El siglo XVIII la agitación manual se reemplaza por otra mecánica. A finales del siglo XIX se comienza a pasteurizar el helado”.

2.2.4.2. Clasificación de los helados

Sánchez (2009), refiere que la clasificación de los helados son diversas, ya sea por su composición, ingredientes, envasado, entre otros. Conforme a la composición de las mezclas, se clasifican en diversas formas tales como: helados de agua, helados de leche. Su clasificación respecto a los ingredientes es: helados de crema, helados de leche, helados de leche descremada, helados con grasa no láctea, entre otros, ya sea según el tipo y cantidad de grasa que posea. Otra clasificación es según su temperatura tales como: helados blandos, normales y duros.

La NTP 202.057: 2006 (revisada el 2018) clasifica a los helados en helados de crema (alto contenido de grasa comestible y sólidos lácteos no grasos con 6%), helados de leche (predomina el contenido de sólidos lácteos, sin considerar los azúcares), sorbetes (sólidos lácteos en su contenido y la presencia de grasa vegetal o grasa de leche, sólidos no grasos y sólidos totales es menor al de helado de leche), helados de agua (ingredientes agua potable, azúcar, esencias autorizadas o jugos de frutas, glucosa y espesantes si es necesario).

Según su composición:

a) Helado de agua (sorbetes y granizados): Siendo el componente principal el agua, deben tener un extracto seco, mín.: 20,0% p/p y materia grasa de leche, máx.: 1,5% p/p. En la mezcla pueden contener o no, pulpa de conservas, frutas o pulpas de frutas, cacao o

aromatizantes de origen natural o artificial debidamente autorizados (Ruiz R. , 2017; León Y. , 2010).

- b) Helado de leche:** El componente principal es la leche, debe tener un contenido mínimo de grasa, sólidos no grasos de leche y sólidos totales de 3%, 8% y 25% respectivamente, agregándole o no chocolate, frutas, nueces, almendras, etc. (Sarzuri, 2011).

Según sus ingredientes:

- a) Helado de Crema:** El ingrediente principal o básico es la nata o crema de leche, se sabe que la nata posee un rango de 18% a 55% de materia grasa la cual se separa ascendiendo en una vasija en reposo, siendo así el contenido en grasa lácteo de este tipo de helado muy alto. Otros ingredientes que poseen este helado son azúcares 13% mínimo, grasa de leche 8% como mínimo, proteína láctea mínimo 2.5%, extracto seco total mínimo de 29%, espesantes, estabilizadores y emulsificante en total 1% como máximo (Madrid & Cenzano, 2003).
- b) Helados de Leche Desnatada:** Siendo el ingrediente básico la leche desnatada, cuya leche paso por el proceso de centrifugación o decantación para extraer su contenido graso natural parcial o total, dentro de sus otros ingredientes se encuentran azúcar 13%, grasa de leche 2.2%, proteína láctea 2%, extracto seco magro de leche 6%, extracto seco total 21%. Espesantes, estabilizantes y emulgentes 1% en total (Quispe, 2003).
- c) Helado con grasa no láctea:** Se utilizan grasas de origen vegetal como de colza, algodón, coco, palma, etc., sustituyendo así la grasa de leche, poseen también un porcentaje mínimo de 13% de azúcares, materia grasa total 5% (grasa autorizada), proteína 1.6%, extracto seco total 25%. Espesantes, estabilizantes y emulgentes en total 1% (Madrid & Cenzano, 2003).
- d) Helado de mantecado:** El ingrediente básico es el huevo, especialmente 1.5% de yema de huevo, asimismo es posible realizar también helados de crema mantecados y helados de leche mantecados, contiene grasa láctea 10.2%, extracto seco desengrasado de leche 11%, sacarosa 14%, jarabe de glucosa 2%, emulsificante, espesantes y estabilizantes 0.3%, esencias 0.3%, agua 62.3% (Quispe, 2003).

Según su temperatura de almacenamiento

La clasificación del helado según su temperatura es de tres tipos, blando, normal y duro que presentan diferentes características que se muestran a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3: Clasificación según su temperatura de almacenamiento.

Helado	Temperatura	Características
Blando	-3 a -5°C	Bastante agua sin congelar, vida útil de un día.
Normal	-10 a 15°C	Características intermedias entre blando y duro, su vida útil es de una semana.
Duro	-25°C	Casi toda su agua está congelada, vida útil muy larga (6 meses).

Fuente: (Sánchez, 2009)

Según su forma de preparación

León et al. (2014), añaden que los helados se clasifican según la forma de preparación, estas se clasifican en dos tipos, helados artesanales e industriales, las cuales tienen diferentes características descritas a continuación en la tabla 4:

Tabla 4: Diferencias entre helados artesanales y helados industriales.

	Helados Artesanales	Helados Industriales
Contenido de grasa	De 4 a 5% de grasa	Contenido de grasa muy variable, de 7 a 18% de grasa.
Volumen de preparación	Se prepara a diario y en cantidad pequeñas.	Se prevé la producción en grandes cantidades para ser envasado y distribuido.
Cremosidad y estructura	Debido al uso de pequeñas máquinas de laboratorio, la introducción de aire esta entre el 25-35%.	Debido al uso de maquinaria industrial, la introducción de aire puede llegar al 100%.
Insumos	Se utilizan materias primas frescas.	Se utilizan saborizantes, colorantes y esencias.
Elaboración	La elaboración depende de los trabajadores.	La elaboración depende en gran medida de la máquina.

Fuente: León et al. (2014)

Según su presentación:

Madrid & Cenzano (2003), mencionan además que según la forma de presentación se tiene:

- Polos
- Copas o conos
- Tarrinas
- Cortes y envases familiares
- Helados a granel
- Tartas heladas
- Granizados

Otros tipos de helado:

- a) **Helado de yogurt:** Los ingredientes parcial o total son inoculados y fermentados por un cultivo láctico, la cual produce ácido láctico, posee grasa un 3 a 6 %, azúcares 11 a 20%, sólidos no grasos 10 a 12%, estabilizantes y emulsificantes 0.85%, agua aproximadamente 70%, se le puede adicionar fruta. Es un producto que proporciona beneficio para la salud, ya que contiene cepas probióticas por lo que es el más desarrollado en la actualidad (León Y. , 2010).
- b) **Helado de frutas:** Posee un 20% de fracción de fruta, estos helados pueden ser con componentes lácteos y aire batido, pocos componentes lácteos y aire batido, sin componentes lácteos y aire batido y sin componentes lácteos y sin aire batido. Contiene también extracto seco de 26 a 30%, grasa total 3 a 5%, azúcar 15%, sacarosa 12%, glucosa 3%, extracto láctico desengrasado 11% (Amado, 2010; Quispe, 2003).
- c) **Helado sherbets:** Contienen leche, agua, azúcar y/o glucosa, sólidos no grasos de leche de 3%, esencias de frutas, colorantes. Un 15% de sólidos totales (Sarzurí, 2011).
- d) **Helados premiun y superpremiun:** Son los de una categoría superior ya sea por su composición, presentación, precio, etc. Estos helados poseen diferentes características a los helados normales, mayormente los consumidores buscan helados con baja calorías, pero esto no se cumple con los helados premiun y superpremiun. En la tabla 5 se muestra la comparación entre la composición de un helado normal, un premiun y superpremiun (Madrid & Cenzano, 2003).

Tabla 5: Comparación entre la composición de un helado normal, Premium y Superpremium

Tipo de helado	Grasa (%)	Sólidos no grasos (%)	Azúcar (%)	Agua (%)	Overrum (%)	Calóricas en 100 gr de helado
Helado normal	8-14	7-10	13-15	48-64	90-110	140-210
Helado premium	14-17	7-12	14-18	40-58	20-50	220-250
Helado superpremium	15-18.5	8-12	15-18.5	40-56	15-30	240-290

Fuente: (Madrid & Cenzano, 2003)

2.2.4.3. Valor nutricional de los helados

Según Hernandez (2014), menciona lo siguiente: “El valor nutritivo oscila aproximadamente entre 200 y 250 kcal/100g en los helados cremosos. En los helados a base de agua, aportan mucho menos calorías, debido a que no contienen grasa en su composición”. Además de ello refiere que los helados son considerados como una fuente de:

- Proteínas de alto valor biológico (en helados cremosos o que contengan leche).
- Vitaminas hidrosolubles y liposolubles
- Energía calórica proveniente de carbohidratos y lípidos (lípidos en caso de helados cremosos)
- Sales minerales diversas

El valor nutricional del helado puede presentar los siguientes valores promedios como se muestra en la tabla N°6.

Tabla 6. Valor nutricional de los helados

Sales minerales		Vitaminas	
Calcio	80 – 138 mg/100g	A	0.02 – 0.13 mg/100g
Fósforo	45 – 150 mg/100g	B1	0.02 – 0.07 mg/100g
Magnesio	10 – 20 mg/100g	B2	0.17 – 0.23 mg/100g
Hierro	0.05 – 2 mg/100g	B3	0.05 – 0.1 mg/100g
Cloro	30 – 205 mg/100g	C	0.9 – 18 mg/100g
Sodio	50 – 180 mg/100g	D	0.0001 – 0.0005 mg/100g
Potasio	60 – 175 mg/100g	E	0.05 – 0.7 mg/100g

Fuente: (Di Bartolo, 2005, citado por León, et.al, 2014)

2.2.4.4. Valor calórico de los helados

Será la cantidad de calor que produce un gramo de producto cuando el organismo lo metaboliza. Los azúcares y grasas luego que el organismo los quema van a producir anhídrido carbónico agua y energía necesaria. Para poder calcular el valor calórico de un helado es necesario saber cuál fue su composición, ingredientes, cantidades y overrum (Madrid & Cenzano, 2003). Por lo que Arbuckle (1986), coincide con este ultimo, añadiendo que: “en la determinación del valor calórico de un paquete o porción de helado es necesario determinar el peso exacto del producto contenido en el mismo”. En la tabla 7 se muestra el valor calórico de algunos constituyentes de los helados.

Tabla 7: Valor calórico de los constituyentes de los helados

Constituyentes	Poder calórico(Cal/g)	Coefficiente de Digestibilidad(%)	Valor Calórico(Cal/g)
Grasa	9.45	95	9
Hidratos de Carbono	4.1	98	4
Proteínas	5.64	92	4

Fuente: Madrid & Cenzano (2003)

Hernandez (2014), aporta que por cada 100 gramos de helado de crema existe un rango de 160 a 250 calorías, los helados de agua en su composición no presentan grasas y los light es similar pero este posee muy poca grasa y edulcorantes sin calorías, por lo que aportan solo 70 cal/100g.

2.2.4.5 Insumos en un helado de Crema

- a) **La leche y su derivado lácteo:** La leche de buena calidad, acidez no mayor a 0.19g/100ml leche, expresado en ácido láctico, participa en el aroma de los helados. Algunos derivados de la leche que son utilizados en la elaboración de helados son: crema, mantequilla, leche concentrada, leche en polvo, suero en polvo, entre otros (Quispe, 2003).
- b) **Sólidos no grasos (SNG):** Son los sólidos de la leche descremada, en las cuales están las proteínas, el azúcar de la leche y minerales. Proporcionan una textura adecuada, buen cuerpo y contribuye con las propiedades de almacenamiento; debe tener la proporción adecuada, porque una excesiva cantidad da un cuerpo arenoso, salado y textura defectuosa. También aumentan la viscosidad y previene el derretimiento del helado, pero disminuyen el punto de congelación (Lara Á. , 2000).
- c) **Grasa:** Un componente esencial e importante en la elaboración de helados, aquel que proporciona el sabor cremoso y suave, un % aproximado de 12%, puede ser sustituido por la crema fresca y leche entera (Lara Á. , 2000).

- d) Azúcares:** El azúcar proporciona el dulzor, aumenta el contenido de sólidos totales, resalta el sabor cremoso, se puede sustituir si se desea por edulcorantes artificiales u otras fuentes. Proporciona cuerpo y plasticidad al helado, la sacarosa es el azúcar invertida más importante en la elaboración de helados, también al utilizar jarabe de glucosa favorece en el proceso de batido, impide la cristalización de la superficie del producto (Palazuelos, 1999; Quispe, 2003).
- e) Estabilizantes:** Ayudan a mantener una textura suave y previenen la formación de grandes cristales de hielo desde su elaboración hasta su consumo, siendo este último su función principal. Los más utilizados son gelatina, alginato, carragenano, pectina, goma locust, goma guar, xantano, carboximetilcelulosa y sus mezclas, aparte de ayudar en la consistencia del helado, también influyen en la transferencia de calor durante la congelación. Hay helados con poca cantidad de grasa donde los glóbulos grasos no se aglomeran mucho, por lo que los estabilizantes proporcionan la dureza necesaria (Luttmann, 2009; Ruiz R. , 2017).
- f) Emulsionantes:** Favorecen la agregación de los glóbulos grasos y no son importantes en la formación de espumas, entre las más utilizadas son las yemas de huevo, monoglicéridos, esteres de poli (oxietileno), sorbetón (Tweens) y esteres de ácido cítrico y monoglicéridos. También ayudan a que el helado sea más suave, una apariencia más seca y que el helado contenga más aire (Ruiz R. , 2017; Amado, 2010).
- g) Saborizantes:** Estos pueden ser de origen natural o artificiales, las más conocidas son las de sabores a frutas. Son utilizados para proporcionar el sabor o aroma de los productos (Amado, 2010; Rebollo, 2008).

2.4.4.6 Componentes de un helado

Sarzuri (2011), menciona lo siguiente: “Los helados son una mezcla de diversos productos alimenticios entre los que se destacan las proteínas, carbohidratos, grasas, agua, sustancias minerales y vitaminas”.

Mayormente la mezcla de helado está conformada por productos lácteos, las cuales también proporcionan grasa y sólidos no grasos (SNG), azúcar seca o líquida, agua y huevo o algún derivado, saborizantes, estabilizantes y emulsificante (Sánchez, 2009).

Según la NTP 202.057: 2006 (revisada el 2018), consideran como ingredientes los siguientes productos alimenticios:

- Productos lácteos, azúcar, yogurt, manjar blanco, grasa vegetal, frutas frescas y procesadas, huevo y derivados, edulcorantes, granos o semillas, enteros, en trozos, en pasta, tostados o no. Bebidas fermentadas o alcohólicas: vinos, licores, bebidas destiladas u otras, en cantidades máximas de 3%. Productos frutivos: cacao y/o chocolate, malta, café y otros, agua potable, otros productos alimenticios autorizados por la autoridad sanitaria nacional competente.

2.4.4.7 Composición de los ingredientes más utilizados

Es de vital importancia conocer la composición de los ingredientes de todo producto, por lo que en la tabla 8 se presenta la composición de los ingredientes más utilizados en los helados.

Tabla 8: Composición de los ingredientes más utilizados en los helados (%)

Producto	Proteínas	Grasas	Carbohidratos
Leche	3,5	4,0	4.5
Nata	3.1	30	4
Leche en polvo	28	26	36
Leche en polvo desnatada	35	1.5	52
Suero en polvo	12	1.0	70
Mantequilla	0.6	82	0.8
Huevos	12.5	12	0.6
Miel	0.4	0.1	78
Cacao en polvo	21	20	38
Chocolate	6	34	55
Zumo de naranja	0.6	0.1	12
Zumo de limón	0.4	0.1	8.0
Avellanas	23	40	24
Almendras	20	54	17

Fuente: (Madrid & Cenzano, 2003)

2.4.4.8 Requisitos de un helado

Requisitos generales

La (NTP 202.057: 2006, revisada el 2018) menciona algunos requisitos generales para helados tales como:

- Color y sabor: deben ser característicos del producto.
- Apariencia y textura: apariencia atractiva, textura suave, consistencia uniforme, sin hielo visible ni cristales de lactosa; libre de gránulos de grasa y ninguna presencia de partículas extrañas.
- Las mezclas líquidas para preparar helados deben ser pasteurizadas previamente o ser sometidas a algún proceso de higienización aprobado.
- Al incorporar aire a la mezcla durante la congelación, debe ser del tipo sanitario y el volumen incorporado por cada 100ml de mezcla fundida, no podrá ser mayor de 120%.
- La conservación del helado es a una temperatura de -16°C . Los helados duros a nivel de expendio fijo y móvil deben tener una temperatura máxima de -8°C . Los helados blandos deben tener una temperatura de congelación máxima de -5°C que les confiera una consistencia suave. El transporte de los helados duros deberá hacerse de tal manera que el producto se mantenga a una temperatura máxima de -16°C .
- Para poder incluir en su denominación y/o rotulado, el nombre de una fruta, ésta deberá ser añadida previamente a la congelación, en forma de jugo y/o pulpa y/o trozos, en una proporción mínima de 20 % m/m. En el caso de frutas ácidas (limón, fresa, maracuyá, entre otros) y de plátano, el agregado mínimo será de 10 % m/m. Cuando se utilicen frutas secas y/o coco rallado la adición será como mínimo de 8 % m/m.
- Cuando en la denominación de los distintos tipos de helados, se haga referencia al contenido de huevo, el producto deberá ser adicionado en una cantidad mínima de 3 % m/m de yema.
- Los helados que se denominen “de chocolate” deberán ser adicionados en una cantidad mínima de 3 % m/m de cacao en polvo y/o chocolate.

Requisitos fisicoquímicos

En la tabla 9 se observa los requisitos fisicoquímicos de los diferentes tipos de helados, los análisis correspondientes deben realizarse sobre la mezcla fundida y en el análisis de grasa se consideran dos métodos que se utilizaran en función a la naturaleza del helado a analizar.

Tabla 9: Requisitos fisicoquímicos de algunos tipos de helados

Requisitos	Helado de crema	Helado de leche	Sorbete	Helado de agua	Métodos de ensayo
Grasa total (%)	mín. 6,0	mín. 1,5	máx. 1,5	-	FIL-IDF 16C:1987 o FIL-IDF 125 A:1988
Sólidos totales (%)	mín. 32,0	mín. 27,0	mín. 20,0	mín. 20,0	FIL-IDF 070:2004/ISO 3728

Fuente: (NTP 202.057: 2006, revisada el 2018)

Requisitos microbiológicos

Se puede observar en la tabla 10 los requisitos microbiológicos para leche y productos lácteos. Helados, según la NTP 202.057:2006 (revisada el 2018).

Tabla 10: Requisitos microbiológicos para leche y productos lácteos. Helados

Crterios microbiológicos	N	m	M	c	Método de ensayo
Aerobios mesófilos / g	5	100 000	500 000	2	FIL-IDF 100B:1991 (1)
Coliformes a 30 °C / g	5	10	100	2	FIL-IDF 073B:1998 (2)
Salmonella sp./ 25 g	5		Ausencia	0	FIL-IDF 093:2001/ISO 6785
Listeria monocytogenes / 25 g	5		Ausencia	0	FDA / BAM:1995
Staphylococcus aureus / g	5	10	100	2	FIL-IDF 145A:1997 (3)

Fuente: (NTP 202.057: 2006, revisada el 2018)

Existen también opciones de métodos de ensayo rápidos, de acuerdo con lo siguiente:

(1) Para aerobios mesófilos: AOAC 990.12.

(2) Para Coliformes a 30°C: AOAC 989.10.

(3) Para S. aureus: AOAC 2003.08.

2.2.4.8 Parámetros fisicoquímicos y de calidad de un helado

- a) **Viscosidad:** Es un indicador importante, pues gracias a la evaluación de este parámetro se puede encontrar algunas características sensoriales en el producto final. No existe un valor exacto de viscosidad ya que está ligado a diferentes factores como composición y tecnología de elaboración. Pero se dice que si la viscosidad aumenta se obtendrá un helado con una textura más suave (Vargas, 2015).
- b) **Overrun:** Es la cantidad de aire que se incorpora en una mezcla de helados, el % deseado de overrun va a depender a la industria en la que se trabaje, un helado súper premium tiene un overrun de 25% a diferencia de un helado de línea económica que posee 110% de overrun. Estas variaciones en la cantidad de aire agregada se deben a diferentes factores tales como la formulación del helado, estabilizantes, emulsificante, contenido de sólidos totales, contenido graso y el tipo de máquina que se utiliza en el batido (Vargas, 2015). El cálculo se realiza con la ecuación siguiente:

$$\text{Overrun} = \frac{\text{volumen del helado} - \text{volumen de la mezcla}}{\text{volumen de la mezcla}} \times 100 \dots\dots\dots (\text{Ec. 1})$$

Cabrera (2013), menciona: “los helados de crema debe aplicarse entre un 75-90% (alto) al contrario que los granizados, a los que solo se aplica una variación de 5 a 15%.”

- c) **Textura del helado:** Debe ser suave, cremosa y ligera, para ello se debe conocer algunas características tales como no debe tener la sensación de ser pegajoso, sensación adecuada de frío mas no de hielo, derretimiento adecuado, sin presencia de arenosidad, volumen adecuado y de estructura firme (Villacís, 2010).
- d) **Emulsión:** Mezcla de dos líquidos inmiscibles, en los helados un problema es la inestabilidad de la emulsión, donde se produce una sedimentación de grasas e insumos, ocasionada por diversos factores ya sea por su formulación, tiempo de envejecimiento, entre otros. Por ello hay que evaluar este parámetro, garantizando así un producto homogéneo (Vargas, 2015).

2.2.4.9 Procesamiento de los helados

Para la elaboración de helados se realiza diferentes etapas las cuales son mencionadas a continuación:

- a) **Mezclado:** El primer proceso para obtener helado, donde se mezclan todos los ingredientes (emulsificante, estabilizantes, grasa, saborizantes, proteínas y otros), a una temperatura de

50 a 60°C. El tanque posee una chaqueta por donde el vapor de agua circula y así se produce el calentamiento, las dos paletas que tiene en el interior giran a velocidades tangenciales diferentes, removiendo así la mezcla evitando la formulación de cúmulos sólidos (Rebollo, 2008; León, Maticorena, Ludeña, Farfán, & Montoya, 2014).

- b) **Pasteurizado:** La función principal de este proceso es eliminar los microorganismos patógenos, proporcionando al consumidor un producto inocuo sin riesgo a algunas enfermedades; el tiempo y temperatura pueden ser de 83-85°C durante 15 a 20 segundos. Otra función que proporciona es dar uniformidad al producto, una mejor calidad en el almacenamiento, disuelve los ingredientes y hace que el sabor sea más agradable; la pasteurización se realiza en tanques pasteurizadores a 68-72°C durante 30 min o por el método continuo a 79°C tiempo 25 segundos o 83-85°C durante 15 segundos (Ruiz R. , 2017; Lara Á. , 2000).
- c) **Homogenizado:** Este proceso tiene como objetivo desaparecer y romper de manera fina los glóbulos de grasa de la mezcla para así obtener una suspensión constante, así se evitará la separación de la grasa del resto de los componentes. Nos proporciona ventajas tales como mejora de la textura, un periodo de maduración menor, producto uniforme, obteniendo así un helado cremoso, de estructura lisa, resistente al derretido y choque de calor. La temperatura varía de 70 a 85°C, siendo el óptimo de 80°C dependiendo a su composición, las presiones usadas son entre 105 a 250 Kg/cm² para los de dos etapas, siendo de 35 a 70 Kg/cm² la presión usada en la segunda etapa (Ruiz R. , 2017).
- d) **Enfriamiento:** En este proceso se enfría la mezcla haciendo uso de agua helada reduciendo así la temperatura a 5°C (Quispe, 2003).
- e) **Maduración:** En este proceso la grasa pasa a solidificarse, la proteína y estabilizadores captan agua y existe un aumento de la viscosidad obteniendo así un helado con una consistencia mejor y resistencia al derretimiento. La temperatura es de 2-4°C durante 3-6 horas o puede estar hasta el día siguiente (Lara Á. , 2000).
- f) **Batido:** Se realiza la incorporación de aire (overrun) donde la temperatura es importante, ya que a temperatura entre -2 a -3 °C hay un porcentaje mayor de overrun, Se realiza también en una batidora por un tiempo de 15 minutos (Abrate, 2017; Quispe, 2003).

- g) **Congelación:** Se realiza al mismo tiempo que la incorporación de aire (overrun), en este proceso se da un cuerpo y textura perfecta al producto final. La temperatura de congelación es de -10°C (Abrate, 2017; Quispe, 2003).
- h) **Envasado:** Los envases y embalajes a utilizarse serán de materiales adecuados para la conservación y manipuleo del producto. No deberán transmitirle sabores ni olores extraños y podrán ser de dimensiones y formas variadas (NTP 202.057: 2006, revisada el 2018).
- i) **Endurecimiento:** En este proceso la temperatura se basa en el centro del envase que debe bajar a -18°C , esto puede durar de 30 minutos a 24 horas. Si no se realiza en el tiempo correcto se puede obtener un helado con textura suave (Abrate, 2017).
- j) **Almacenamiento:** El almacenamiento de los helados es a una temperatura de -30°C , el transporte se realiza entre -25°C a 30°C , su distribución a rangos de temperatura de -20°C a 25°C , finalmente se mantienen en el congelador doméstico a -18°C . Es inevitable conservar en todo momento la cadena de frío por lo que puede ver crecimiento de cristales o la cristalización de la lactosa que afectan el aspecto del helado, por lo que no se debe almacenar por demasiado tiempo (Lara Á. , 2000).
- k) **Rotulado:** Deberán cumplir con las disposiciones establecidas en la NTP 209.038 y la NTP 202.085 (NTP 202.057: 2006, revisada el 2018).

2.2.4.10 Alteraciones no deseadas por microorganismos

Cabrera (2013), menciona que las alteraciones que pueden sufrir las propiedades de los alimentos se presentan de maneras diferentes, pueden ser por factores físico-químicos o por acción de microorganismos. Los helados pueden sufrir alteraciones por bacterias coliformes generando gases, también la bacteria *Staphylococcus aureus* comunes en los helados, y algunos mohos y levaduras. A continuación se describirá algunas bacterias, hongos y levaduras frecuentes en helados:

- **Bacterias:** seres unicelulares que pueden variar de tamaño de 0.4-30 micras, las bacterias patógenas perjudiciales para la salud, los factores que favorecen su crecimiento son disponibilidad de nutrientes, humedad, temperatura, contenido de oxígeno, acidez del medio, concentración de sales en el medio. Para su destrucción la temperatura de pasteurización es de 96°C durante un minuto (Cabrera, 2013).

- Levadura: poseen un tamaño de 2 y 100 micras, los factores que ayudan a su crecimiento son los nutrientes, humedad, temperatura, contenido de oxígeno y acidez del medio. Son sensibles al calor por lo que el rango de temperatura de pasteurización es de 60-65°C (Cabrera, 2013).
- Mohos: compuestos multicelulares, se reproducen a través de esporas, los factores que ayudan a su desarrollo son los mismos que de la levadura y mediante la pasteurización se eliminan con facilidad (Cabrera, 2013).

2.2.5 Estabilizantes en helados

Jaimes, Ramírez, & Stouvenel (2017), detallan que los estabilizantes son macromoléculas, principalmente polisacáridos, su función es mejorar la estructura de los alimentos y distribuir las partículas finamente que no son solubles entre sí; al tener interacción con el agua permite que algunos compuestos se relacionen con lípidos y proteínas en la mezcla.

La finalidad de adicionar estabilizantes en las mezclas de helado es para aumentar su viscosidad, evitar la separación de la grasa, retardar la aparición de cristales de hielo y lactosa cuando ocurra variaciones de temperatura, estos actúan mejorando la textura y suavidad en el helado (Posada, Sepulveda, & Restrepo, 2012).

2.2.5.1 Goma de Tara

Villanueva (2007) citado por Goycochea (2010), refiere que la goma de tara proviene del endospermo de la semilla, es por su origen natural que es solicitado en la industria alimentaria como helados, yogurt, mermeladas, mostaza y ketchup, otra utilidad que se le añade es en la industria textil como productos de tocador como jabones. La semilla representa en peso el 33-38% de la vaina, en su semilla de tara está formada por cascara (39%), germen (37%), goma (24%). En la figura 3 se puede observar la estructura de la semilla de tara y sus porcentajes

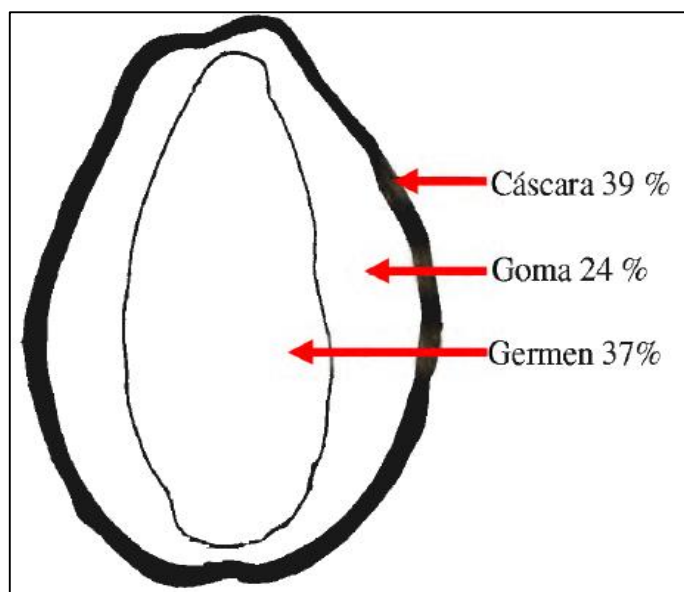


Figura 3: Estructura morfológica de la semilla de tara

Fuente: Villanueva (2007) citado por (Goycochea, 2010)

Pavón (2015) menciona lo siguiente: “La goma de tara es un polvo de color crema claro, es inodora, insípida y muy estable a temperatura ambiente, su composición y estructura la hacen altamente viscosa a bajas concentraciones en comparación con otras gomas”

Goycochea (2010), menciona que la manosa y galactosa son los componentes de la goma de tara en una relación 3:1, estos componentes monoméricos conforman sus hidrocoloides, que se encuentran en porcentaje y relación mostradas en la tabla 11.

Tabla 11: Relación de los azúcares presentes en la goma de tara

Azúcar	%
Manosa	70.9
Glucosa	1.90
Galactosa	24.41
Arabinosa	2.80
Relación :Galactosa: Manosa	1:2.9

Fuente: Siccha et al, 1994 citado por (Goycochea, 2010)

La goma de tara es parcialmente soluble en agua fría aproximadamente hasta un 80% de su peso seco, tiene mayor capacidad de espesamiento que la goma de algarrobo, posee también un efecto gelificante, retiene gran cantidad de agua; confiere una mejor textura y consistencia a los alimentos, función similar a la pectina (Pavón, 2015).

Escalante (2015), añade lo siguiente: “Esta goma provee una mejor protección a choques térmicos, requiere usarse en niveles 20 a 25 por ciento menos que la goma garrofín y ofrece resistencia a la separación en procesos con gran cizalla”.

2.2.5.2 Goma Xantana

Ampuero J. (2016), afirma: “Está constituida por una estructura básica celulósica con ramificaciones de trisacáridos y es producida por la fermentación de carbohidratos con la bacteria *Xantomonas campestris*, y puede formar geles elásticos y termorreversibles en combinación con la goma locuste”. En la Figura 4 se observa la estructura química de la goma xantana.

Puede ser soluble totalmente en agua fría o caliente y en bajas concentraciones su viscosidad es elevada, posee una excelente estabilidad en rangos amplios de temperatura y Ph; su viscosidad de sus soluciones no varía, además de tener propiedades como espesante, estabilizante y agente para mantener suspensiones (Pasquel, 2001).

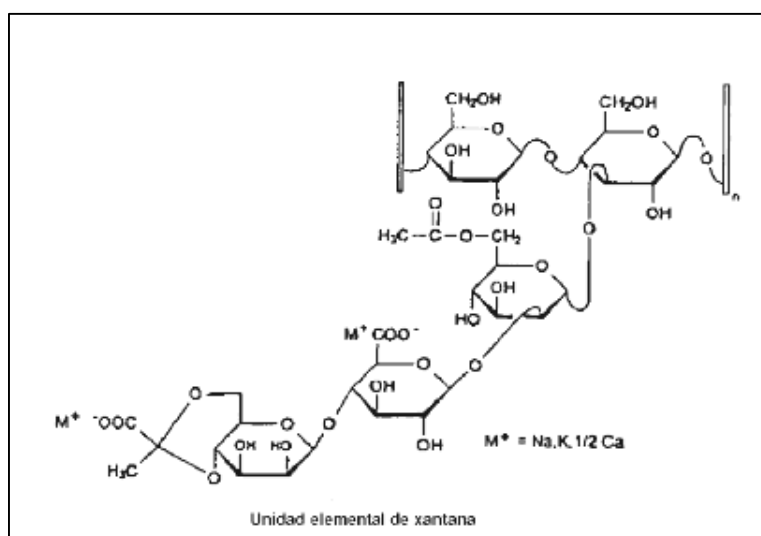


Figura 4: Estructura Química de la Goma Xantana

2.2.5.3 Pectina

Según BeMiller & Whistler (1996) citado por Ampuero J. (2016), mencionan que existen dos tipos de pectinas dependientes de su grado de metilación: LM y HM. Las soluciones de alto metoxilo (HM) en presencia de cantidades suficientes de ácido y azúcar gelifican a diferencia de las soluciones de bajo metoxilo (LM) ya que estas gelifican solo cuando existe presencia de calcio en aplicaciones alimenticias; el incremento de temperatura de gelificación

y fuerza de gel dependen del incremento de la concentración de cationes. En la figura 5 se observa la estructura química de las pectinas.

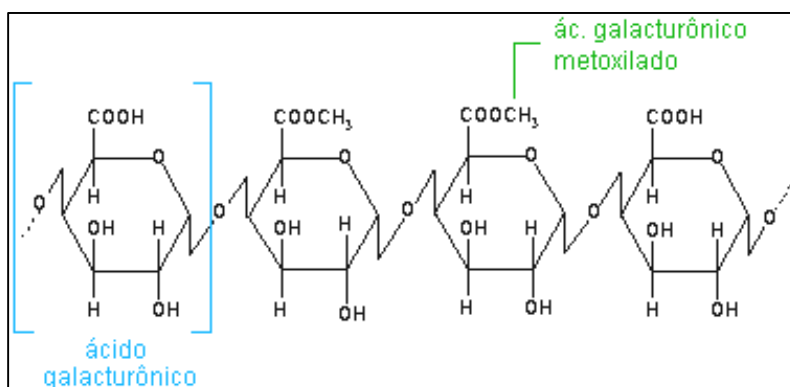


Figura 5: Estructura Química de las Pectinas

Su uso principal en la industria alimentaria es en la elaboración de mermeladas y compotas, se le atribuye también otras aplicaciones como agente gelificante, estabilizantes de emulsiones y suspensiones, en bebidas como agente viscosante, y en helados y postres fríos como estabilizantes (Muñoz, 2011).

2.2.6 Alimentos Funcionales

Sánchez (2009), menciona lo siguiente: “en los últimos años, han surgido diversas expresiones para describir productos naturales con efectos benéficos sobre la salud, denominándoles “productos nutraceuticos”, “alimentos funcionales”, “farmalimentos”, “alimentos de diseño”, “vitalimentos” y “sustancias fitoquímicas””.

Diplock et al. (1999) citado por Shortt & O'Brien (2004), indican que un alimento puede considerarse funcional si se demuestra satisfactoriamente que afecta beneficiosamente una o mas funciones determinadas en el cuerpo, fuera de efectos nutricionales que pueda poseer, de una manera que sea relevante para mejorar la salud y reducir el riesgo de enfermedades.

2.2.6.1 Características de los Alimentos Funcionales

Gibson & Williams (2000), menciona algunas de las características que deben tener los alimentos funcionales tales como:

- a) Mejorar el bienestar y la salud y/o reducir el riesgo de enfermedad o proporcionar beneficios para la salud a fin de mejorar la calidad de vida, incluyendo física, actuaciones psicológicas y de comportamiento.

- b) Compuesto de componentes naturales o estar presentes en alimentos que no lo harían normalmente suministrarlos
- c) Tener un efecto positivo, su objetivo va más allá del valor nutritivo
- d) Debe ser consumido como parte de la dieta normal
- e) Ser un alimento convencional o cotidiano

2.2.6.2 Productos Lácteos Funcionales

Shortt & O'Brien (2004), mencionan que se han identificado una variedad de ingredientes funcionales que poseen un potencial de adicción en productos lácteos tales como: β -glucano, cafeína, glucosamina, extracto de té verde, lactoferrina, luteína, magnesio, fitosteroles, probióticos, S- adenosil, L-metionina, proteína de soya, vitamina C y E. Quizás la categoría más importante de productos lácteos funcionales se basa en actividad probiótica. Hasta la fecha, la mayoría de los organismos utilizados en tales productos probióticos han sido lactobacilos o bifidobacterias

2.2.7 Evaluación Sensorial

Hernandez E. (2005), refiere lo siguiente: “la evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor”.

2.2.7.1 Definición de la evaluación sensorial

La palabra sensorial proviene del latín Sensus, que significa sentido. Por lo que se puede definir como evaluación sensorial al análisis de alimentos que requiere de los sentidos; y al igual que los demás métodos de análisis tanto químicos, físicos, microbiológicos, etc es una técnica de medición muy importante (Ñahui, 2017).

La mayoría de personas carecen de conocimiento correcto sobre el estudio sensorial, por lo que llegan a estar en gran confusión, no reconociendo que prueba es la mas adecuada para cada estudio específico; se dice que no existe ninguna prueba que resuelva el problema por lo que es necesario analizar reiteradas veces el objetivo del estudio, las diversas pruebas que se pueden utilizar son clasificadas de diversas formas aunque todos los autores coinciden en que se dividen en dos grupos: pruebas analíticas (son controladas y los jueces son seleccionados y entrenados previamnte llamados “jueces analíticos”) y afectivas (personas no seleccionadas ni

entrenadas llamados “jueces Afectivos”); las cuales se muestran en la figura 6 (Espinosa, 2007).

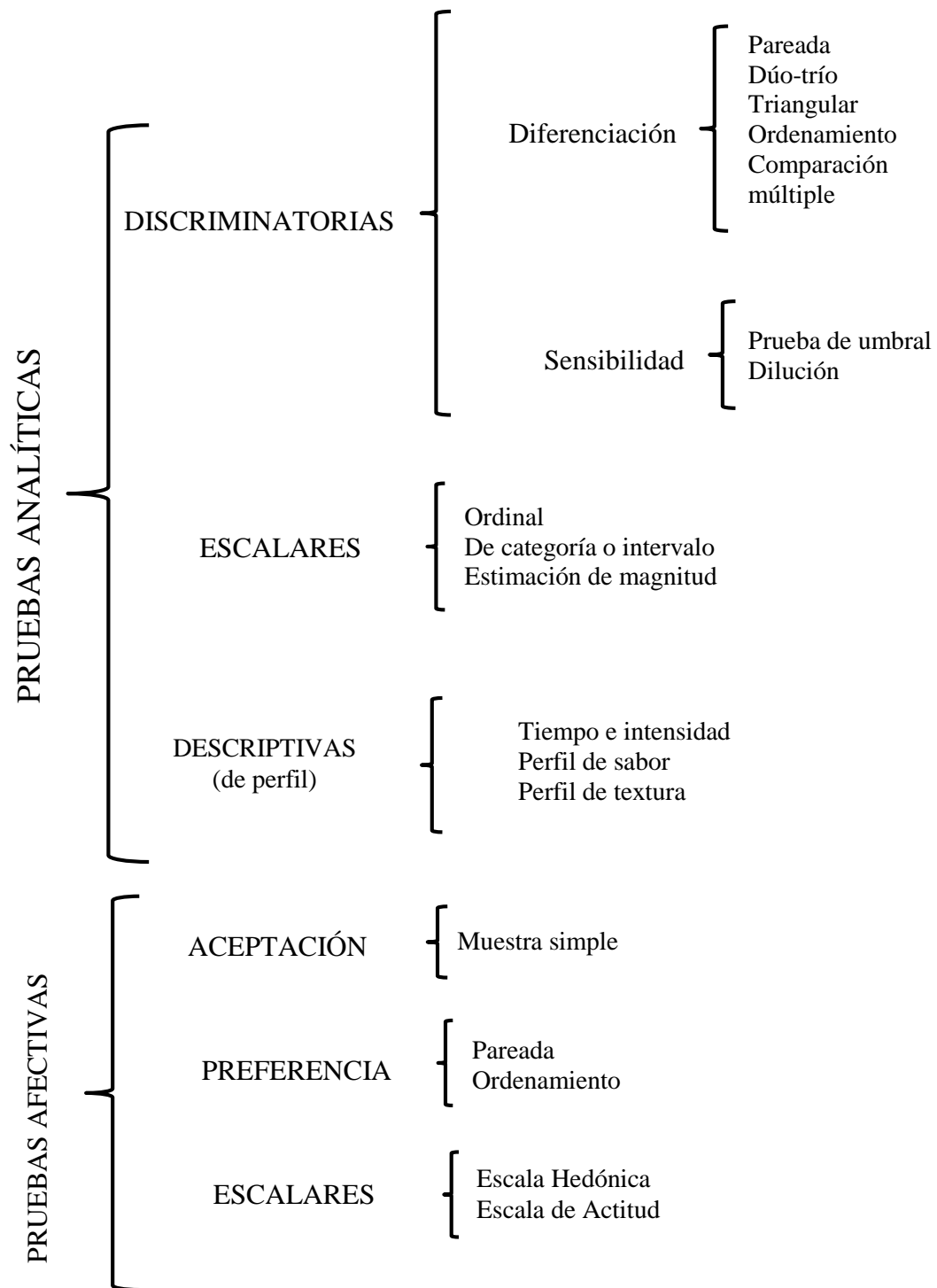


Figura 6: Clasificación de los métodos de evaluación sensorial

2.2.7.2 Pruebas Afectivas

Los jueces seleccionados no son entrenados, se eligen a aquellos consumidores reales o potenciales del producto a evaluar; estas pruebas se emplean en ambientes parecidas a las que se puede consumir el producto (supermercados, plazas, etc.); los panelistas deben entender que sus respuestas deben ser lo más reales posibles ya que sus resultados nos permiten conocer el nivel de agrado o desagrado de uno o varios productos; el temario a emplear no debe ser extenso, debe ser fácil de responder, legible (Espinosa, 2007).

2.2.7.3 Prueba de escala hedónica

Pueden ser de dos tipos, escalas hedónicas facial (utilizadas mayormente en población infantiles o consumidores de un nivel cultural bajo, poblaciones rurales analfabetas, ya que se presentan a los jueces caras con diferentes expresiones faciales) y escala hedónica verbal (se recopilan una lista de términos relacionados con el agrado o desagrado del producto pueden ser de cinco a once puntos, de nueve puntos o siete puntos, siempre con un valor medio neutro) (Espinosa, 2007).

En esta prueba la información que proporcionan los panelistas se basa al grado de satisfacción de un producto específico, estas escalas se presentan de dos tipos, verbales o gráficas, donde la puntuación de la verbal va desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo, el punto intermedio es de ni me gusta ni me disgusta (Alcívar & Vera, 2016).

2.3 Definiciones Conceptuales

- a) **Hipocalórico:** Se refiere a un alimento u/o producto que poseen un nivel bajo en calorías.
- b) **Alimento Funcional:** Son aquellos que más allá de su función nutritiva, posee acciones fisiológicas beneficiosas para nuestro organismo y por lo cual nos reducirá el peligro o riesgo de contraer enfermedades.
- c) **Extracto:** Sustancia muy concentrada que se obtiene de una planta, semilla u otra cosa por diversos procedimientos.

2.4 Formulación de la hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

- Es posible diseñar y formular un helado hipocalórico y funcional elaborado a partir de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza”, obteniendo así un producto de calidad.

2.4.2 Hipótesis Específicos

- Los parámetros óptimos en la formulación de un helado hipocalórico y funcional a partir de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza” serán, temperatura y tiempo de extracción.
- Al determinar la proporción correcta de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza” en la formulación del helado hipocalórico y funcional se conocerá cual es la relación agua:linaza correcta para la formulación del producto.
- Se conocerá la característica sensorial y microbiológica que tendrá el helado hipocalórico y funcional elaborado a partir de extracto de *Linum usitatissimum* “linaza” y se obtendrá un producto aceptable e inocuo para el consumidor.

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Tipo de investigación

- El trabajo de investigación corresponde al tipo experimental y aplicativo

3.1.2 Nivel de Investigación

Se basa en un nivel de investigación correlacional pues se trata de medir y evaluar con precisión el grado de relación que existe entre dos variables.

3.1.3 Diseño

El presente trabajo de investigación se dividió en tres etapas, las cuales fueron:

- Determinación de la relación óptima Linaza: Agua
- Determinación de la relación óptima de Extracto de linaza, azúcar y Leche en polvo descremada
- Determinación de la relación óptima de goma de tara, pectina y goma xantana.

3.1.3.1. Definición del flujo de procesamiento óptimo del desarrollo de helado hipocalórico y funcional a base de extracto de linaza

El trabajo de investigación se realizará siguiendo el flujo de operaciones la cual se muestra en la Figura 7 mostrado a continuación:

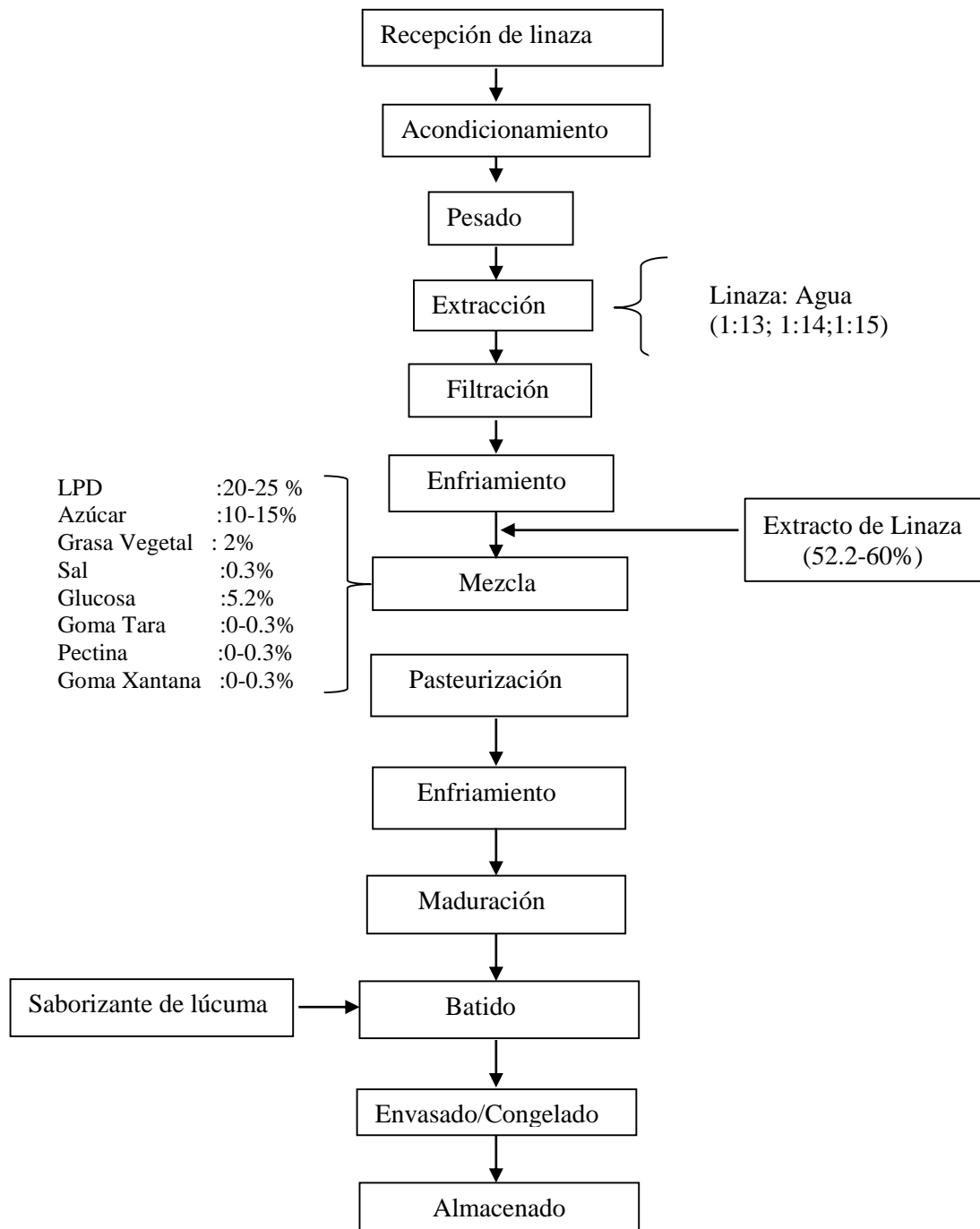


Figura 7: Flujo de operaciones para desarrollar helado hipocalórico y funcional a base de extracto de linaza

- a. **Recepción de Linaza:** Al recepcionar la linaza se lleva a cabo una inspección visual para obtener los de mejor calidad.
- b. **Acondicionamiento:** En esta operación se realiza una selección minuciosa para eliminar cualquier partícula extraña presente en las semillas.
- c. **Pesado:** Se realiza el pesaje de acuerdo a la relación óptima Linaza: Agua (1:14), obtenida en la parte experimental. El pesado de la linaza se realizó en balanzas analíticas y digital; se utilizó una probeta para medir la cantidad de agua requerida. Se debe realizar con mucha precisión ya que es un factor importante al determinar el rendimiento final.
- d. **Extracción:** Se procede la extracción a una temperatura de 75-80°C por un tiempo de 5-10 min, con agitación constante para que la extracción del gel de todas las semillas sea uniforme.
- e. **Filtración:** Esta operación se realiza usando un colador, la filtración debe ser rápida para evitar el enfriamiento del extracto, y se pueda tener un filtrado correcto.
- f. **Enfriamiento:** Se deja reposar un momento la cantidad adecuada de extracto a usarse en la homogenización.
- g. **Mezcla:** en esta etapa se procede a mezclar la leche en polvo, azúcares, extracto de linaza obtenido anteriormente, estabilizantes, glucosa, y el resto de insumos en la proporción óptima obtenida en la parte experimental. Se realiza normalmente en un pasteurizador, en este caso la mezcla se realizó con ayuda de una licuadora para evitar que se encapsule el estabilizante y puedan disolverse correctamente.
- h. **Pasteurización:** Esta fase se realiza a una temperatura de a 68-72°C durante 30min con una constante agitación.
- i. **Enfriamiento:** En esta etapa se realiza un golpe de frío, con ayuda de hielos se reduce la temperatura a 2-5°C, para proceder a la siguiente etapa.
- j. **Maduración:** En esta etapa la mezcla de helado se deja reposar en la refrigeradora a temperatura 2-5°C por un tiempo de 24h, para que los ingredientes se dispersen de manera uniforme.
- k. **Batido:** Se procede a realizar el batido con ayuda de una batidora, por un tiempo de 15-20min, para así poder incorporar el aire requerido en el helado. En este proceso la temperatura de la mezcla no debe disminuir, el batido se realiza a temperatura 2-5°C. En esta misma etapa se adiciona el saborizante de lúcumas.
- l. **Envasado y Congelación:** En esta fase se realiza el envasado en envases de 1 litro, en condiciones higiénicas correctas

m. Almacenamiento: Su almacenamiento debe estar a temperatura de -18 a -20°C. Para luego pasar a exposición de vitrina a una temperatura de -11°C.

3.1.3.2 Etapa I: Determinación de la relación óptima de Linaza: Agua

En esta etapa se aplicará el diseño de experimentos (DOE) con el diseño Taguchi, arrojado por el programa Minitab 19. En la Tabla 12 se presenta el resumen del diseño.

Tabla 12: Resumen del diseño

Resumen del diseño	
Arreglo de Taguchi	L9(3 ³)
Factores	3
Corridas	9

En la tabla 13 mostrada a continuación se aprecia los tres factores a identificar con los niveles correspondientes, que serán introducidos en el programa.

Tabla 13: Factores y niveles del diseño experimental

Factor	Bajo	Medio	Alto
Linaza: Agua	1:13	1:14	1:15
Temperatura	80	85	90
Tiempo	5	10	15

Se presenta en la tabla 14 los datos que otorga el programa Minitab 19, ingresando los datos mencionados en la tabla anterior, con su respectiva variable respuesta.

Tabla 14: Diseño de experimento Taguchi

Corridas	Linaza : Agua	Temperatura	Tiempo	Consistencia
1	1:13	80	5	
2	1:13	85	10	
3	1:13	90	15	
4	1:14	80	10	
5	1:14	85	15	
6	1:14	90	5	
7	1:15	80	15	
8	1:15	85	5	
9	1:15	90	10	

3.1.3.3 Etapa II: Determinación de la relación óptima de Extracto de Linaza, Leche descremada en polvo y Azúcar

El diseño experimental en esta etapa de determinación óptima de extracto de linaza, leche en polvo descremada y azúcar para el desarrollo de helado hipocalórico y funcional, está basado en un diseño de experimento con mezcla D- óptimal generado por el paquete estadístico Design-Expert (versión 12, de prueba), para reconocer los niveles óptimos de concentración de extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar, siendo la variable respuesta la aceptación sensorial general y overrum. Se introducen en el programa los tres factores a identificar con sus niveles correspondientes, la cual se muestra a continuación en la tabla 15.

Tabla 15: Factores y niveles del diseño experimental para la relación óptima

Factor	Bajo	Alto	Unidades
Extracto de Linaza	52.2	60	%
LDP	20	25	%
Azúcar	10	15	%

Se presenta en la tabla 16 los datos que otorga el software Desing Expert (versión 12, de prueba), ingresando los datos mencionados en la tabla anterior.

Tabla 16: *Diseño de experimento con mezcla D-óptima para la relación óptima de extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar*

Corridas	Extracto de linaza(X_1)	LPD(X_2)	Azúcar(X_3)	Aceptación Sensorial	Overrum
1	55.51	21.85	14.84		
2	58.21	22.67	11.32		
3	52.20	25.00	15.00		
4	57.20	25.00	10.00		
5	55.10	25.00	12.10		
6	57.92	21.14	13.14		
7	60.00	22.20	10.00		
8	54.28	23.83	14.09		
9	60.00	20.00	12.20		
10	57.20	20.00	15.00		
11	56.33	23.00	12.86		

Este diseño responde a los siguientes modelos matemáticos:

Dependiendo si los números de corridas en el diseño base se ajustan al modelo más complicado, pueden ser:

- Lineal : $Y = \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3$
- Cuadrático : $Y = \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_{12}X_1X_2 + \beta_{13}X_1X_3 + \beta_{23}X_2X_3$
- Cúbico especial : $Y = \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_{12}X_1X_2 + \beta_{13}X_1X_3 + \beta_{23}X_2X_3 + \beta_{123}X_1X_2X_3$
- Cúbico complejo : $Y = \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_{12}X_1X_2 + \beta_{13}X_1X_3 + \beta_{23}X_2X_3 + \beta_{123}X_1X_2X_3 + D_{12}X_1X_2(X_1 - X_2) + D_{13}X_1X_3(X_1 - X_3) + D_{23}X_2X_3(X_2 - X_3)$

3.1.3.4 Etapa III: Determinación de la relación óptima de goma de tara, pectina y goma xantana

El diseño experimental empleado para la determinar la relación óptima goma de tara, pectina y goma xantana para el desarrollo de helado hipocalórico y funcional, está basado en un diseño de mezclas generado por el paquete estadístico Design-Expert (versión 12, de prueba), llamado

diseño simplex centroide, para reconocer los niveles óptimos de dichos estabilizantes. En la tabla 17 se muestra los rangos de los valores introducidos en el programa.

Tabla 17: Factores y niveles del diseño experimental para la relación óptima

Factor	Mínimo	Máximo	Unidades
Goma de tara	0	0.3	%
Pectina	0	0.3	%
Goma xantana	0	0.3	%

En la tabla 18 se muestra los valores obtenidos que brinda el software Design expert (versión 12, de prueba) al ingresar los datos mencionados anteriormente

Tabla 18: Diseño simplex centroide para la relación óptima de goma de tara, pectina y goma xantana

Std	Run	Goma de Tara (X ₁)	Pectina (X ₂)	Goma Xantana (X ₃)	Overrum	Aceptación Sensorial
1	6	0.3	0	0		
2	7	0	0.3	0		
3	1	0	0	0.3		
4	5	0.15	0.15	0		
5	10	0.15	0	0.15		
6	8	0	0.15	0.15		
7	4	0.1	0.1	0.1		
8	9	0.2	0.05	0.05		
9	3	0.05	0.2	0.05		
10	2	0.05	0.05	0.2		

3.1.3.5 Análisis proximal del producto terminado

- a. Determinación de humedad: Se determinó mediante el método estufa al aire.
- b. Determinación de cenizas: Se determinó mediante el método de Vía Seca.
- c. Determinación de grasa: Se determinó mediante el método de Gerber.
- d. Determinación de proteínas: Se determinó mediante el método Kjeldahl.
- e. Determinación de fibra soluble: Se determinó por AOAC Method 991.43 (AACC International Method 32-07.01).

3.1.3.6 Determinación de análisis físico-químico

- a. Determinación del pH. Se determinó mediante un potenciómetro.
- b. Determinación de acidez total: Se realizó mediante el método descrito por la AOAC (2016).

3.1.3.7 Determinación de análisis microbiológico

Se evaluó microbiológicamente el producto terminado, los análisis se evaluaron teniendo en cuenta lo recomendado por el manual de microbiología de la Merck. (2010).

- a. Determinación de Coliformes totales
- b. Recuento de aerobios mesófilos
- c. Determinación Salmonella

3.1.3.8 Análisis sensorial

Se realiza utilizando un panel entrenado de 20 panelistas de ambos sexos, las cuales evaluaron las características generales, en las diferentes etapas experimentales. Dichos panelistas fueron entrenados y seleccionados por la tesista.

3.1.3.9 Determinación de Overrun

Se determinó el overrun en las diferentes etapas experimentales como también en el producto terminado, utilizando la siguiente formula:

$$\%OR = [(VH - VM) / VM] \times 100 \dots\dots\dots (Ec.2)$$

Dónde: %OR = Porcentaje de Overrun

VH = Volumen final del helado

VM = Volumen de la mezcla

3.1.4 Enfoque

La investigación tiene como fin desarrollar un helado hipocalórico y funcional a base de extracto de linaza las cuales proporcionan múltiples beneficios para la salud, pero que actualmente su consumo no es elevado, por lo que se busca revalorar estas semillas de lino desarrollando un helado con propiedades nutritivas proporcionando así una nueva alternativa de consumo.

Para la presente investigación, la parte experimental, las evaluaciones se realizaron en el “Laboratorio de Tecnología de Alimentos” en la Escuela Académica Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión-Huacho.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población estará conformada por el conjunto de “LINAZA” *Linum usitatissimum*, obtenida del mercado de la zona de Huaral.

3.2.2 Muestra

La unidad de análisis estará conformada por “LINAZA” *Linum usitatissimum*, se comprará de la provincia de Huaral, siendo esta muestra extraída al azar del total de la producción local; también estará conformada por leche descremada en polvo que será adquirida de la empresa FRUTAROM.

3.3 Operacionalización de Variables e Indicadores

Se mostrará a continuación en la tabla 19 las dimensiones e indicadores de las variables dependiente e independiente respectivamente.

Tabla 19: Operacionalización de variables e indicadores

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
V.I: Extracto de Linaza	- Minutos	- Tiempo
	- °C	- Temperatura - Consistencia
V.D: Helado hipocalórico y funcional	- Característica físico química y sensorial	- Análisis proximal - Aceptabilidad sensorial
	- Tiempo	- Overrum
	- Volumen	

Fuente: Elaboración propia

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas a emplear

- Recopilación de información teórica: se realizó mediante lecturas, anotaciones, interpretación.
- Recopilación de datos empíricos de laboratorio: análisis, interpretación, toma de datos con instrumentos de medición.

3.4.2 Descripción de los instrumentos

Los instrumentos utilizados fueron:

- Proyectos de investigación
- Tesis de pre y post grado
- Libros
- Textos electrónicos
- Revistas y artículos científicos

3.5 Técnicas para el procesamiento de la información

Para el proceso de análisis de datos, se procedió hacer lo siguiente:

- Se clasificó los materiales (información) recolectados.

- Se registró toda la información obtenida para procesarlo con los programas estadísticos Desing Expert (versión 12, de prueba)
- Se organizó los datos

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis de la materia prima

Leche descremada en polvo (LDP)

Se cuenta con un certificado de análisis (Tabla 20) proporcionado por la empresa FRUTAROM, donde menciona los siguiente “los productos lácteos se produjeron a partir de leche cruda que cumple con los requisitos de recuento de placas de células somáticas y bacterianas del reglamento de la UE (CE) no 853/2004 anexo III, sección IX, capítulo I, criterios III leche cruda”.

Tabla 20: Análisis de la leche en polvo descremada

Análisis	Resultados
Proteínas	36.71
Coliformes	<10
Salmonella	Negativo

Crema de lúcumo 18729

Este saborizante se obtuvo de la empresa “Frutarom” con un protocolo de análisis mostrado en la tabla 21. Dicho saborizante será añadido en la elaboración del helado en la etapa del batido.

Tabla 21: Protocolo de análisis de la crema de lúcuma

Análisis	Resultado	Especificación	Método
Apariencia/aspecto	Conforme	Pasta cremosa. La consistencia puede variar ligeramente sin afectar las características sensoriales.	CC-MAS-001
Color	Conforme	Marrón oscuro con tono anaranjado.	CC-MAS-001
Sabor	Conforme	Sabor dulce, cremoso, característico a lúcuma.	CC-MAS-003
Sólido solubles(%)(20°C)	59.4	57.0-60.0	CC-MAF-071
pH directo	5.20	4.90-5.40	CC-MAF-040
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos (UFC/g)	60	<1000	CC-MAM-002
Recuento de enterobacterias(UFC/g)	<10	<10	CC-MAM-007
Recuento de levaduras osmófilas(UFC/g)	<10	<10	CC-MAM-021
Arsénico	<1	Máx.1	AOAC

4.2 Etapa I: Determinación de la relación óptima linaza: agua

Se aplicó el diseño Taguchi con 3 factores con 9 repeticiones en cada tratamiento. En la Tabla 20 se muestra los valores de la variable respuesta.

Tabla 22: Arreglo de los datos en un diseño completamente al azar

Corridas	Linaza : Agua	Temperatura	Tiempo	Consistencia	RELSR1	MEDIA 1	RELSR PR1	MEDIAPR1
1	1:13	80	5	5	13.9794	5	19.1920	8.55556
2	1:13	85	10	6	15.5630	6		
3	1:13	90	15	5	13.9794	5		
4	1:14	80	10	8	18.0618	8		
5	1:14	85	15	8	18.0618	8		
6	1:14	90	5	7	16.9020	7		
7	1:15	80	15	3	9.5424	3		
8	1:15	85	5	4	12.0412	4		
9	1:15	90	10	4	12.0412	4		

En la tabla 23 se muestra el resumen del modelo otorgado por el programa Minitab 19.

Tabla 23: Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
0.3333	99.15%	96.61%

Se puede apreciar en la tabla los análisis de varianza de medias

Tabla 24: Análisis de Varianza de medias

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Linaza: agua	2	24.2222	24.2222	12.1111	109.00	0.009
Temperatura	2	0.8889	0.8889	0.4444	4.00	0.200
Tiempo	2	0.8889	0.8889	0.4444	4.00	0.200
Error residual	2	0.2222	0.2222	0.1111		
Total	8	26.2222				

En la relación de señal a ruido se eligió, más grande mejor, por lo que en la tabla 25 se puede apreciar los datos obtenidos respecto a dicha relación.

Tabla 25: Tabla de respuesta para relaciones de señal a ruido

Nivel	Linaza: Agua	Temperatura	Tiempo
1	14.51	13.86	14.31
2	17.68	15.22	15.22
3	11.21	14.31	13.86
Delta	6.47	1.36	1.36
Clasificar	1	2.5	2.5

Se puede observar en la figura 8 los efectos principales para relaciones SN donde se observa que el de mayor influencia es la relación linaza: agua, la figura 9 mostrada posteriormente muestra el diagrama de Pareto de la relación señal ruido, donde se observa que la relación linaza:agua es predominante con un porcentaje 70.4% superando a los factores temperatura y tiempo.

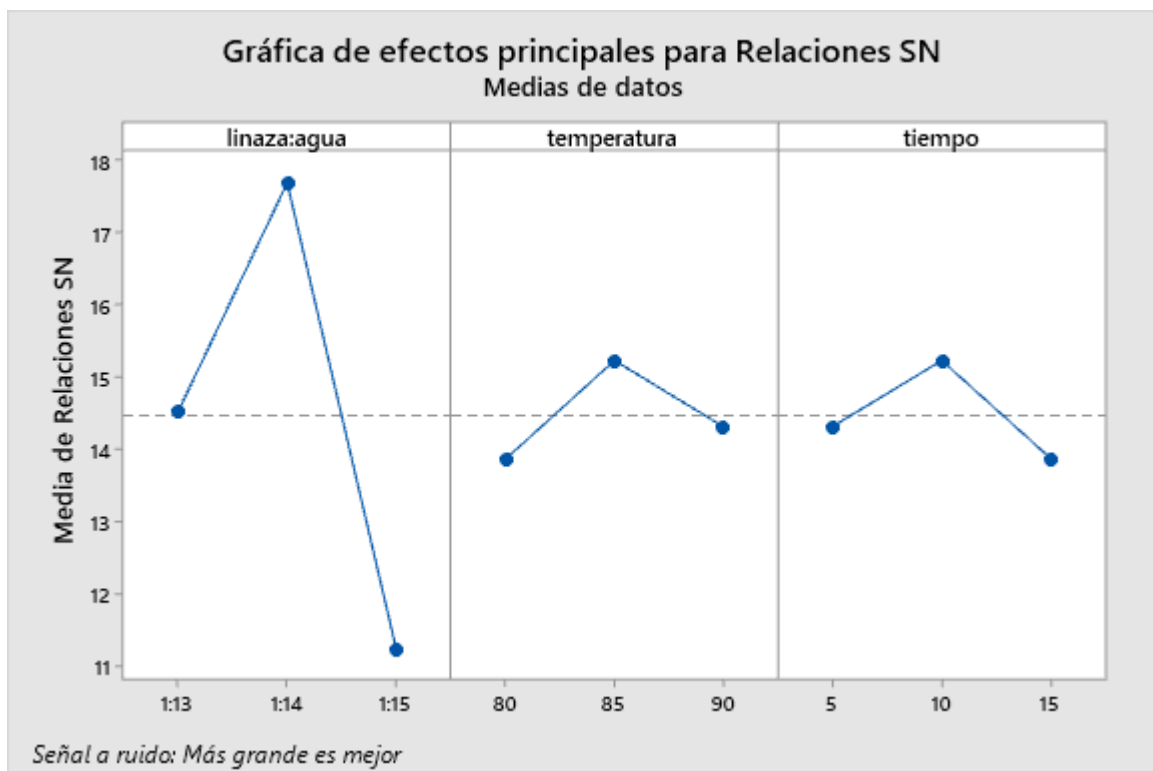


Figura 8: Gráfica de efectos principales para relaciones SN

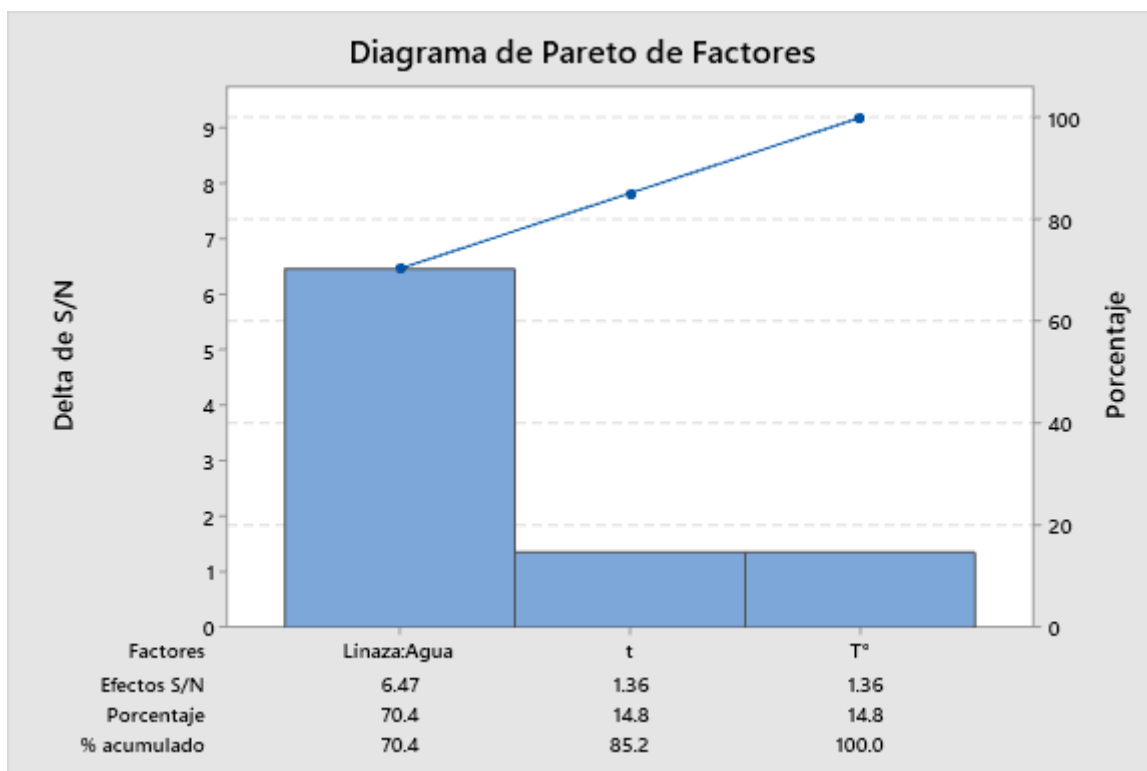


Figura 9: Diagrama de Pareto de delta de señal ruido

En la siguiente tabla 26 se muestra la respuesta para medias de los tres factores a tratar, donde la relación linaza:agua predomina por encima de los factores temperatura y tiempo.

Tabla 26: Respuesta para medias

Nivel	linaza: agua	temperatura	tiempo
1	5.333	5.333	5.333
2	7.667	6.000	6.000
3	3.667	5.333	5.333
Delta	4.000	0.667	0.667
Clasificar	1	2.5	2.5

Conforme a los datos obtenidos se puede apreciar la figura 10 y 11, gráficos de efectos principales para medias y el diagrama de pareto para medias respectivamente, donde se observa que la relación linaza:agua es la predominante y la de mayor influencia.

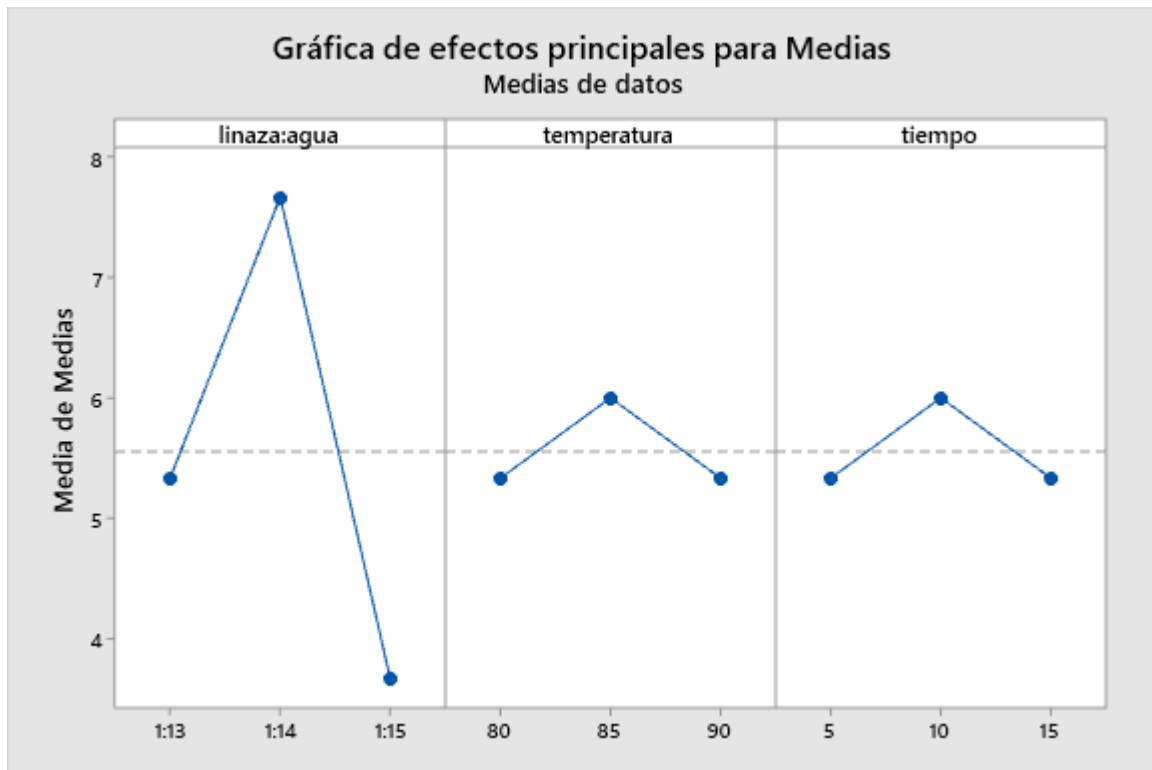


Figura 10: Gráfico principales para medias

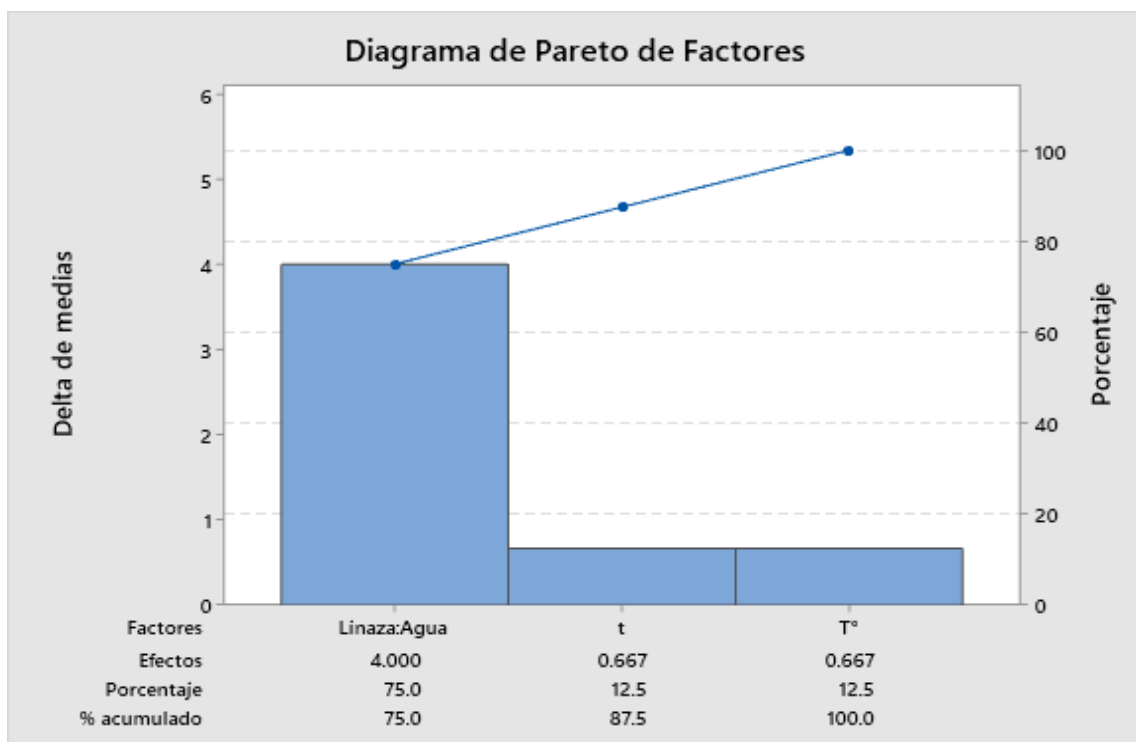


Figura 11: Diagrama de pareto de delta de medias

Se puede observar en la tabla 27 la predicción respecto a la relación linaza:agua, y en la tabla 28 el pronóstico donde se obtuvo que la mejor relación linaza: agua es (1:14), el factor temperatura es adecuada a 85°C, tiempo 10 minutos.

Tabla 27: Predicción respecto a la relación linaza:agua

Relación S/R	Media
19.1920	8.55556

Tabla 28: Pronóstico de los valores adecuados de relación linaza: agua, T°, t

Linaza:Agua	T°	t
1:14	85	10

4.3 Etapa II: Determinación de la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo descremada y azúcar

Se realizó un diseño con 11 corridas (Tabla 29) donde se evaluaron la relación óptima del extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar, donde se observa los resultados de la prueba hedónica de los tratamientos evaluados, con su variable respuesta respecto a un helado hipocalórico y funcional a partir de extracto de linaza.

4.3.1 Análisis de la Respuesta 1: Aceptación sensorial

La Tabla 29 muestra los resultados obtenidos de la evaluación sensorial respecto a la aceptación general de los 11 tratamientos evaluados como se muestra a continuación.

Tabla 29: Resultados de la evaluación sensorial respecto a la aceptación general para la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo descremada y azúcar.

Corridas	A: Extracto de linaza (%)	B: LPD (%)	C: Azúcar (%)	Respuesta 1: Aceptación Sensorial
1	55.51	21.85	14.84	7.2
2	58.21	22.67	11.32	6
3	52.20	25.00	15.00	4.5
4	57.20	25.00	10.00	4.2
5	55.10	25.00	12.10	6.2
6	57.92	21.14	13.14	8.4
7	60.00	22.20	10.00	4
8	54.28	23.83	14.09	7.4
9	60.00	20.00	12.20	6.1
10	57.20	20.00	15.00	7
11	56.33	23.00	12.86	8.2

Se observa en la tabla 30 los análisis de varianza de los modelos aplicados a dicha variable respuesta respecto a la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo y azúcar

Tabla 30: Análisis de varianza de los modelos aplicados a la variable respuesta aceptabilidad sensorial de la relación de extracto de linaza, LDP y azúcar

Modelo	Suma de Cuadrados (SC)	Grado de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	F	P	R ²	R ² ajustado	R ² predecido
Lineal	8.49	2	4.25	2.25	0.1680	0.3598	0.1997	-0.3651
Cuadrático	22.54	5	4.51	21.12	0.0022	0.9548	0.9096	0.8505
Cúbico Especial	23.59	9	2.62	120.8	0.0705	0.9991	0.9908	-176.164

Después de analizar los resultados se obtuvo que, de los tres modelos evaluados, el modelo que se ajusta al comportamiento de la variable aceptabilidad sensorial es el modelo cuadrático, ya que fue el que se ajustó más estadísticamente al comportamiento de la aceptabilidad sensorial, con un valor p igual a 0.0022 ($p < 0.05$) y un coeficiente de determinación (R^2) de

0.9548. En la tabla 31 muestra el análisis de varianza del modelo cuadrático para la variable respuesta.

Tabla 31: Análisis de varianza del modelo cuadrático para la variable respuesta aceptabilidad sensorial de la relación de extracto de linaza, LDP y azúcar

Fuente	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	Valor F	Valor P	Significancia
Modelo	22.54	5	4.51	21.12	0.0022	Significativo
Linear Mixture	8.49	2	4.25	19.90	0.0042	
AB	3.31	1	3.31	15.52	0.0110	
AC	9.93	1	9.93	46.52	0.0010	
BC	5.88	1	5.88	27.53	0.0033	
Residual	1.07	5	0.21			
Total	23.61	10				

El valor F del modelo de 21.12 implica que el modelo es significativo. Solo hay una probabilidad 0.22% de que un valor F tan grande pueda ocurrir debido al ruido.

Los valores de "Prob> F" "inferiores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso, AB, AC, BC son términos significativos del modelo. Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), la reducción del modelo puede mejorar su modelo.

En la tabla 32 se presenta los coeficientes de regresión del modelo cuadrático, aplicado a la variable respuesta aceptación sensorial respecto a la relación de extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar.

Tabla 32: Coeficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado a la aceptabilidad sensorial de la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo y azúcar

Variables	Coeficiente Estimada	G. L	Error Standard	-95% Límite de confianza	+95% Límite de confianza	VIF
A: Extracto de linaza	4.53	1	0.77	-0.53	3.43	7.83
B: LDP	-3.94	1	2.71	-10.90	3.02	39.62
C: Azúcar	-5.75	1	2.78	-12.90	1.41	43.27
AB	20.96	1	5.32	7.28	34.64	22.35
AC	36.82	1	5.40	22.94	50.69	24.72
BC	37.48	1	7.14	19.12	55.84	27.75

Modelo matemáticamente, la ecuación ajustada del modelo cuadrático para la variable respuesta aceptación sensorial es la siguiente:

$$\text{Aceptación Sensorial} = +1.45*A -3.94*B -5.75*C +20.96*AB +36.82*AC +37.48*BC \dots (\text{Ec.3})$$

En la ecuación matemática se puede observar las relaciones que tienen el extracto de linaza, leche en polvo y azúcar. Por lo que se observa que el que tiene mayor efecto individualmente es el extracto de linaza; y respecto a la interacción de los factores el que posee mayor efecto es la interacción de los factores B y C.

En la figura 12 se puede observar el comportamiento de los componentes y la importancia individualmente, cuando hay un incremento de extracto de linaza en la mezcla, aumenta ligeramente la calificación de la aceptación sensorial.

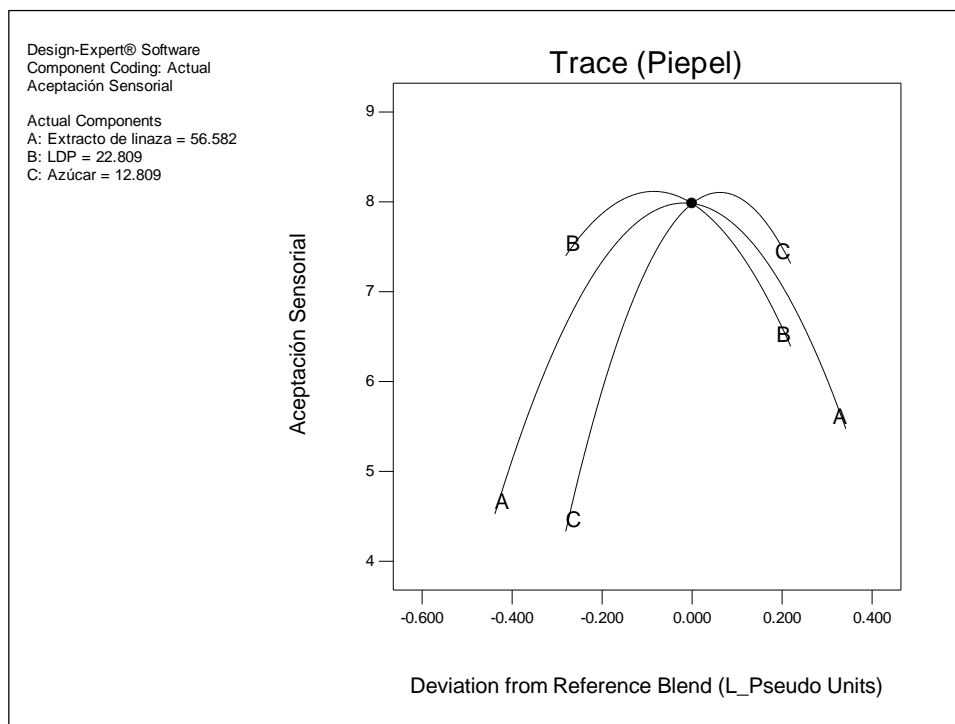


Figura 12: Comportamiento de las trazas para la variable respuesta aceptación sensorial

En la figura 13 se presenta la gráfica de contornos de las restricciones para la evaluación sensorial de la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo y azúcar; se observa los valores de la variable respuesta a analizar. Posteriormente se presenta la figura 14 en tres dimensiones

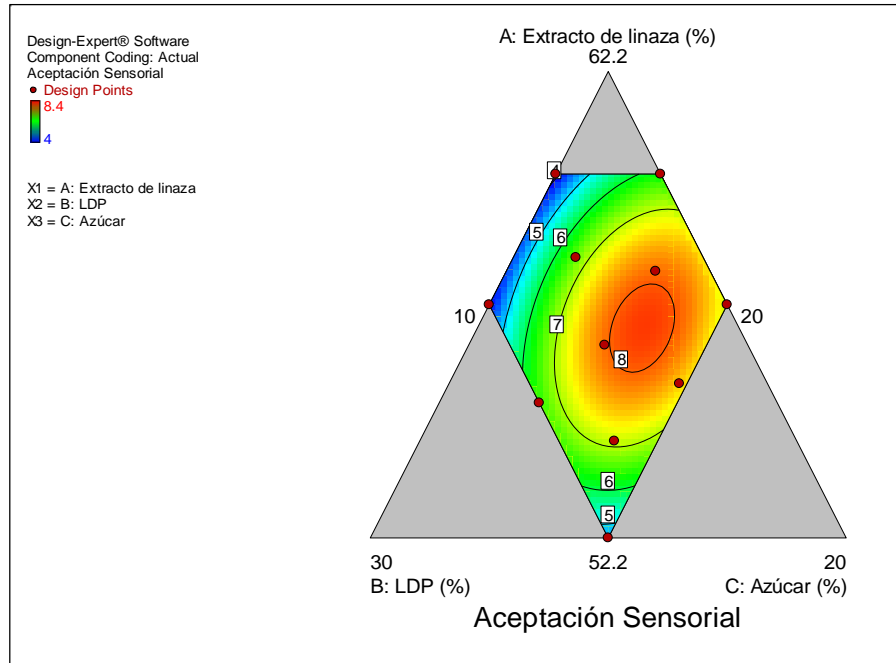


Figura 13: Representación de la gráfica de contornos para la aceptación sensorial en la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo y azúcar.

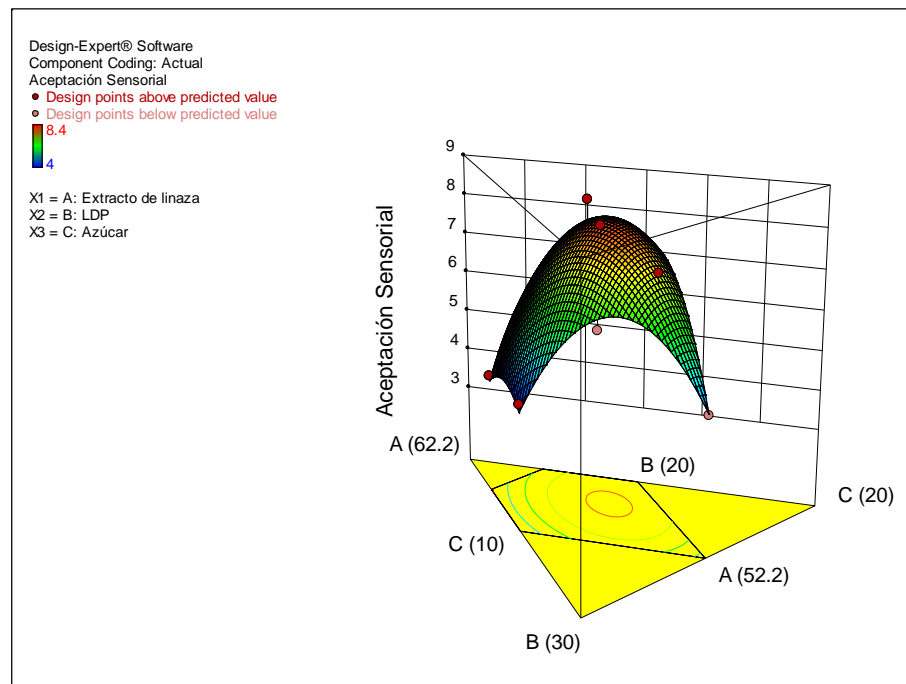


Figura 14: Representación de gráfica de superficie para la aceptación sensorial en la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo y azúcar

4.3.2 Análisis de Varianza de la Respuesta 2: Overrum

En la tabla 33 se muestra los resultados obtenidos respecto al porcentaje de overrum de los 11 tratamientos evaluados como se muestra a continuación.

Tabla 33: Resultados obtenidos respecto al porcentaje de overrum

Corridas	A: Extracto de linaza (%)	B: LPD (%)	C: Azúcar (%)	Respuesta 2: Overrum %
1	55.51	21.85	14.84	78
2	58.21	22.67	11.32	70
3	52.20	25.00	15.00	58
4	57.20	25.00	10.00	54
5	55.10	25.00	12.10	68
6	57.92	21.14	13.14	88
7	60.00	22.20	10.00	56
8	54.28	23.83	14.09	80
9	60.00	20.00	12.20	48
10	57.20	20.00	15.00	69
11	56.33	23.00	12.86	86

Para la siguiente variable respuesta se observa en la tabla 34 los análisis de varianza de los modelos aplicados a dicha variable respuesta respecto a la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo y azúcar.

Tabla 34: Análisis de varianza de modelos aplicados para la variable respuesta overrum para la relación óptima de extracto de linaza, LDP y azúcar

Modelo	Suma de Cuadrados (SC)	Grado de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	F	P	R ²	R ² ajustado	R ² predecido
Lineal	327.30	2	163.65	0.88	0.45	0.1810	-	-0.0238
Cuadrático	1620.18	5	324.04	8.60	0.0169	0.8958	0.7917	0.4322
Cúbico Especial	1656.0	6	276.0	7.24	0.0380	0.9157	0.7891	0.2010

Se analizó los resultados y se obtuvo que, de los tres modelos evaluados, el modelo que se ajusta más al comportamiento de la variable respuesta overrum, fue el modelo cuadrático, fue el que se ajustó estadísticamente al comportamiento del overrum, con un valor p igual a 0.0169 ($p < 0.05$) y un coeficiente de determinación (R^2) de 0.8958. En la tabla 35 muestra el ANOVA del modelo cuadrático para la variable respuesta.

Tabla 35: Análisis de varianza del modelo cuadrático para la variable overrum de la relación óptima de extracto de linaza, leche descremada en polvo, azúcar

Fuente	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	Valor F	Valor P	Significancia
Modelo	1620.18	5	324.04	8.60	0.0169	Significativo
Linear Mixture	327.30	2	163.65	4.34	0.0806	
AB	846.13	1	846.13	22.46	0.0052	
AC	373.97	1	373.97	9.93	0.0254	
BC	560.00	1	560.0	14.86	0.0119	
Residual	188.37	5	37.67			
Total	1808.55	10				

El valor del modelo F de 8.60 implica que el modelo es significativo. Solo hay un 1.69% de probabilidad de que un valor F de este tamaño pueda ocurrir debido al ruido.

Los valores de "Prob> F" "inferiores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso, AB, AC, BC son términos significativos del modelo. Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), la reducción del modelo puede mejorar su modelo.

En la tabla 36 se presenta los coeficientes de la regresión del modelo cuadrático aplicado a la variable respuesta overrum de la relación óptima de extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar.

Tabla 36: Coeficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado a la variable respuesta overrum de la relación óptima de extracto de linaza, LDP y azúcar

Variables	Coeficiente Estimada	G. L	Error Standard	-95% Límite de confianza	+95% Límite de confianza	VIF
A: Extracto de linaza	16.16	1	10.24	-10.16	42.48	7.83
B: Leche en polvo	-76.11	1	35.97	-168.57	16.35	39.62
C: Azúcar	6.29	1	36.97	-88.75	101.33	43.27
AB	335.05	1	70.70	153.32	516.79	22.35
AC	225.95	1	71.72	41.60	410.31	24.72
BC	365.91	1	94.91	121.94	609.88	27.75

Modelando matemáticamente, la ecuación ajustada del modelo cuadrático para la variable respuesta overrum fue la siguiente:

$$\text{Overrum} = +16.16*A -76.11*B + 6.29*C + 335.05*AB + 225.95*AC + 365.91*BC \dots \text{(Ec.4)}$$

En la ecuación matemática se observa el efecto de las concentraciones del extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar respecto al overrum del helado hipocalórico y funcional. Se aprecia que individualmente la que posee un efecto positivo es el extracto de linaza, seguido del azúcar. Respecto a la interacción de factores se observa que el que posee mayor influencia es la interacción de los factores B y C.

En la figura 15 mostrado a continuación se observa cómo se comportan los componentes y su importancia individualmente, a medida que hay un aumento en el extracto de linaza en la mezcla el % de overrum aumenta, el azúcar también posee una influencia positiva en la mezcla respecto al overrum.

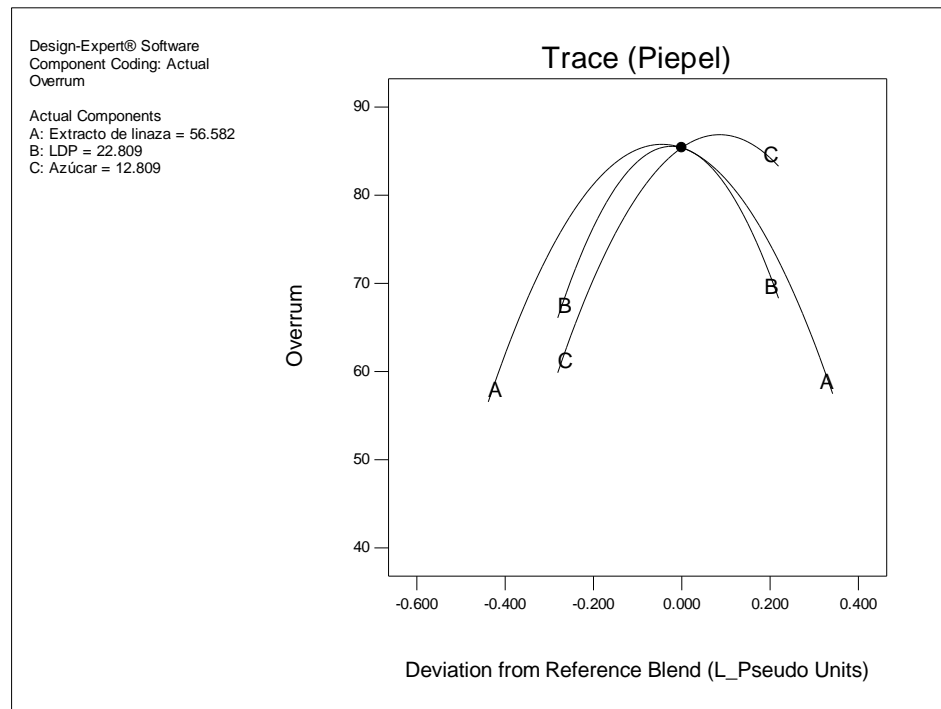


Figura 15: Comportamiento de las trazas para respuestas esperadas para el overrum respecto a los componentes

Se presenta en la figura 16, la gráfica de contornos de las restricciones para el overrum respecto a la relación de extracto de linaza, leche descremada y azúcar, donde se aprecia los valores del overrum representados por áreas. En la figura 17 se muestra su representación gráfica en tres dimensiones.

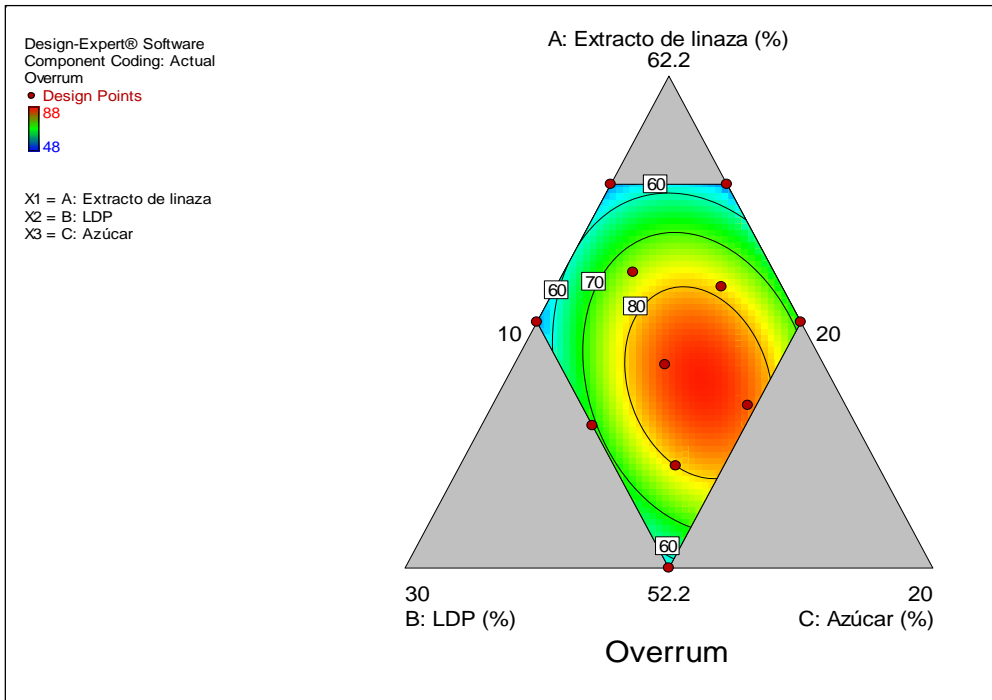


Figura 16: Representación de la gráfica de contornos del overrum respecto a la relación óptima de extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar

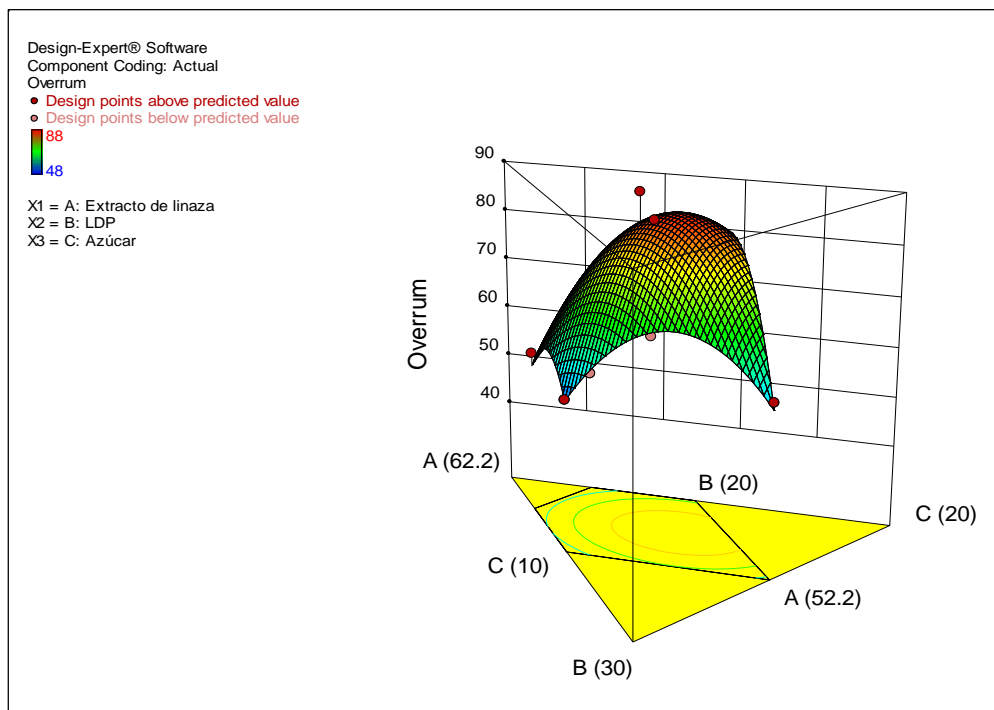


Figura 17: Representación de la gráfica de superficie de respuesta para el overrum en la relación óptima de extracto de linaza, leche en polvo y azúcar

4.3.3 Determinación de la zona factible y localización numérica de la mezcla óptima

La optimización de la mezcla óptima de extracto de linaza, LDP y azúcar fue realizada sobre la zona que permita la mejor formulación, para la cual se procedió mediante el método de superposición gráfica de contorno para obtener el área determinada.

La zona de formulación factible se determinó con las restricciones de las variables respuestas: aceptabilidad sensorial y overrum. En la Tabla 37 se aprecia los valores asignados para cada variable.

Tabla 37: Valores asignados a las variables respuesta para la determinación de la zona óptima de formulación

Parámetros	Meta	Inferior	Objetivo	Superior
Aceptatación sensorial	Máxima	6	7,5	9
Overrum	Máxima	50	75	100

Para la variable respuesta aceptabilidad general se evaluó mediante una evaluación sensorial con la escala hedónica de 9 puntos, considerando el valor 1 equivalente a “me disgusta muchísimo” y 9 equivalente a “me gusta muchísimo”. Considerando lo dicho anteriormente, se consideró como valor mínimo 6 equivalente a “me gusta ligeramente”, como óptimo al valor de 7.5, como media entre me gusta bastante y mucho, y siendo el valor máximo 9. Respecto a la variable respuesta overrum se consideró un valor mínimo de 50%, como óptimo un valor de 75%, el valor máximo de 100%. Por lo que se obtuvieron 3 soluciones como se observa en la Tabla 38, con los valores obtenidos de la composición y variables. La formulación 1 fue la que más se adecua con los valores establecidos en la Tabla 37, por lo que es seleccionada como óptima.

Tabla 38: Mezclas obtenidas luego de optimizar las respuestas

Mezcla	Composición (%)			Variables	
	Extracto de linaza	LDP	Azúcar	Aceptación sensorial	Overrum
1	57.90	20.2	13.60	7.81	75.0
2	56.62	20.58	15	7.29	75.0
3	55.73	23.71	12.75	7.63	82.54

En la figura 18 se observa las tres formulaciones factibles de la superposición de gráficas para encontrar la mezcla óptima

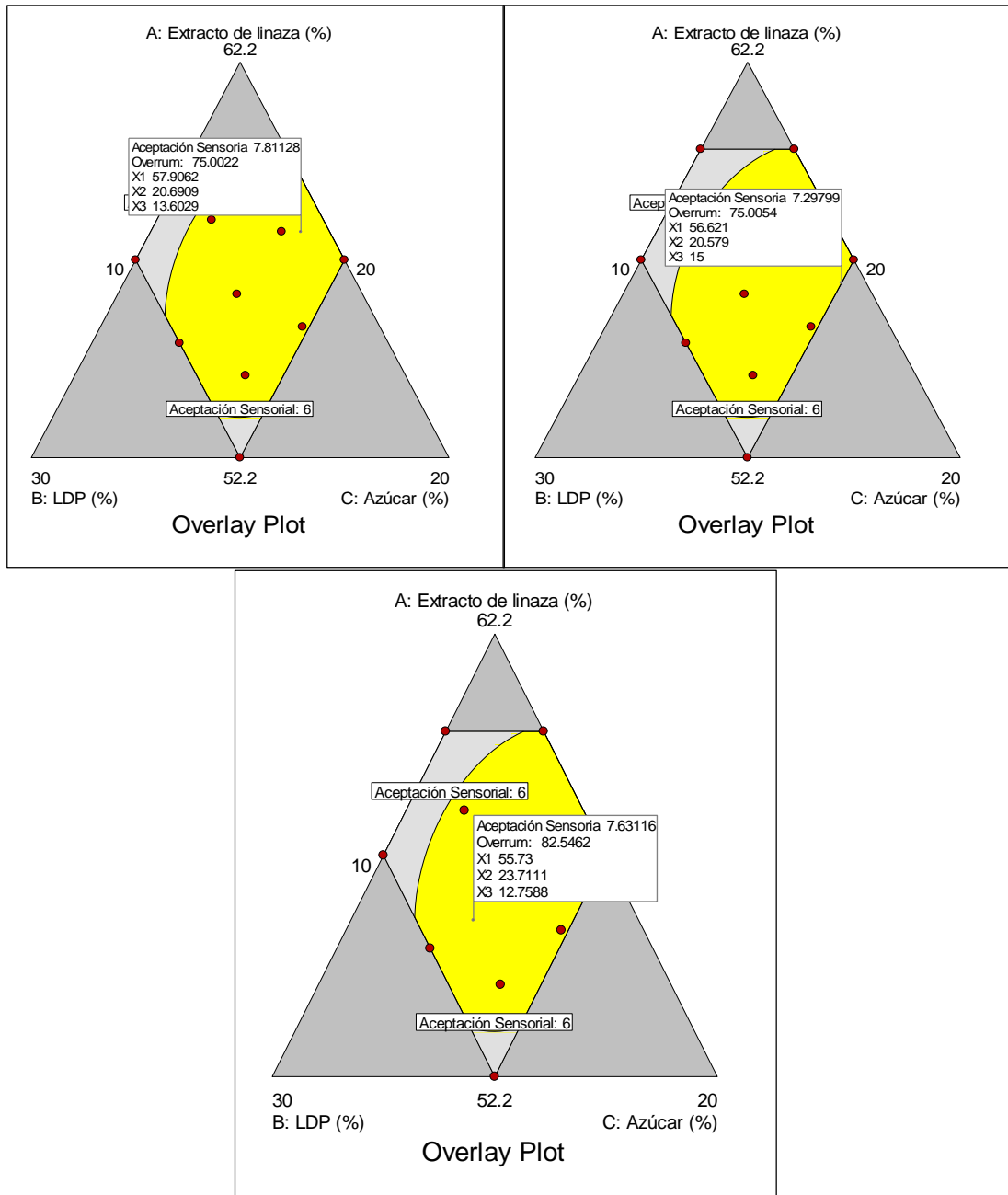


Figura 18: Formulaciones factibles y localización numérica de las soluciones de mezclas

Se puede identificar en la figura anterior que la zona óptima se encuentra cuando el % de extracto de linaza esta entre 57.90%, LDP 20.2% y azúcar de 13.60%. Con dicha mezcla se obtuvieron los valores siguientes de las variables respuestas: 7.81 de puntuación de aceptación sensorial y 75% de overrum, valores que se encuentran dentro de lo establecido en la Tabla 37.

4.4 Etapa III: Relación óptima de goma de tara, xantana y pectina

El diseño con 10 corridas se muestra en la tabla 39 donde se evaluaron tres estabilizantes (Pectina, goma xantana y goma de tara), se aprecia los resultados de la prueba hedónica de los tratamientos evaluados, así como también los datos de las variables respuestas, overrum (%) y aceptación sensorial obtenidos del helado hipocalórico y funcional a base de extracto de linaza.

4.4.1 Respuesta1: Overrum

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos de la determinación del % de overrum de los 10 tratamientos evaluados

Tabla 39: Resultados obtenidos del porcentaje de overrum para la relación óptima de goma de tara, pectina y goma xantana.

Std	Run	A: Goma de Tara (%)	B: Pectina (%)	C: Goma Xantana (%)	Respuesta 1: Overrum
1	6	0.3	0	0	70
2	7	0	0.3	0	78
3	1	0	0	0.3	66
4	5	0.15	0.15	0	80
5	10	0.15	0	0.15	60
6	8	0	0.15	0.15	54
7	4	0.1	0.1	0.1	88
8	9	0.2	0.05	0.05	80
9	3	0.05	0.2	0.05	78
10	2	0.05	0.05	0.2	70

Se presentan los resultados del análisis de varianza de los modelos para la variable respuesta overrum en la tabla 40 mostrado a continuación.

Tabla 40: Análisis de varianza de los modelos aplicados a la variable respuesta overrum de la relación de estabilizantes en las muestras de helados

Modelo	Suma de Cuadrados (SC)	Grado de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	F	P	R ²	R ² ajustado	R ² predecido
Lineal	261.33	2	130.67	1.30	0.3317	0.2704	0.0620	-0.2790
Cuadrático	526.85	5	105.37	0.96	0.5310	0.5452	-0.0234	-4.2290
Cúbico Especial	959.21	6	159.87	66.68	0.0028	0.9926	0.9777	0.7967

Después de analizar los resultados se obtuvo que, de los tres modelos evaluados, el modelo que de ajusta al comportamiento de la variable overrum es el modelo cúbico especial, ya que fue el que se ajustó más estadísticamente al comportamiento del % de overrum, con un valor p igual a 0.0028 ($p < 0.05$) y un coeficiente de determinación (R^2) de 0.9926. En la tabla 41 mostrada a continuación se observa el análisis de varianza del modelo cubico especial para la variable respuesta.

Tabla 41: Análisis de varianza del modelo cúbico especial para la variable respuesta overrum de la relación óptima de estabilizantes.

Fuente	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	Valor F	Valor P	Significancia
Modelo	959.21	6	159.87	66.68	0.0028	Significativo
Linear Mixture	261.33	2	130.67	54.50	0.0044	
AB	22.35	1	22.35	9.32	0.0553	
AC	42.01	1	42.01	17.52	0.0249	
BC	225.02	1	225.02	93.85	0.0023	
ABC	432.35	1	432.35	180.33	0.0009	
Residual	7.19	3	2.40			
Total	966.40	9				

El valor F del modelo de 66.68 implica que el modelo es significativo. Solo hay un 0.28% de probabilidad de que un valor F de este tamaño pueda ocurrir debido al ruido.

Los valores de "Prob> F" "inferiores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos". En este caso, A, B, C, AC, BC, ABC son términos significativos del modelo. Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), la reducción del modelo puede mejorar su modelo.

En la tabla 42 se presenta los coeficientes de regresión del modelo cúbico especial, aplicado a la variable respuesta overrum respecto a la relación óptima de estabilizantes las muestras de helados.

Tabla 42: Coeficientes de regresión del modelo cúbico especial aplicado al % de overrum de la relación óptima de estabilizantes

Variables	Coefficiente Estimada	G. L	Error Standard	-95% Límite de confianza	+95% Límite de confianza	VIF
A: Goma de Tara	70.11	1	1.50	65.35	74.88	1.97
B: Pectina	77.39	1	1.50	72.62	82.15	1.97
C: Goma Xantana	66.11	1	1.50	61.35	70.88	1.97
AB	23.01	1	7.53	-0.97	46.98	2.38
AC	-31.54	1	7.53	-55.52	-7.56	2.38
BC	-72.99	1	7.53	-96.97	-49.02	2.38
ABC	667.06	1	49.67	508.98	825.14	2.47

Modelo matemáticamente, la ecuación ajustada del modelo cúbico especial para la variable respuesta % de overrum es la siguiente:

$$\text{Overrum} = +70.11*A + 77.39*B + 66.11*C + 23.01*AB - 31.54*AC - 72.99*BC + 67.06*ABC \dots \dots (Ec.5)$$

En la ecuación matemática se puede observar las relaciones que tienen la goma de tara, pectina y goma xantana. Se observa que a medida que aumenta el % de goma de tara, pectina y goma xantana en la mezcla se incrementa el % de overrum. Individualmente el que posee mayor influencia es la leche descremada en polvo y respecto a la interacción de factores es influyente es la interacción de los tres factores A, B y C. En la figura 19 se puede observar el comportamiento de los componentes de las trazas del % de overrum

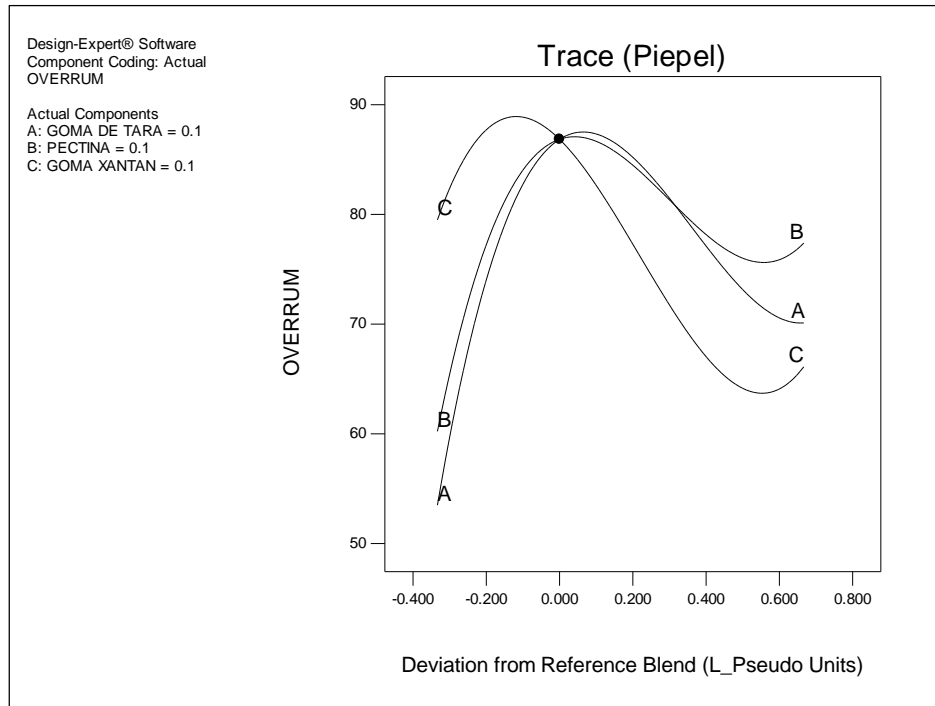


Figura 19: Comportamiento de las trazas para las respuestas del porcentaje de overrum respecto a los estabilizantes

En la figura 20 se presenta las gráficas de contornos de las restricciones, posteriormente se muestra su representación gráfica en tres dimensiones (Figura 21).

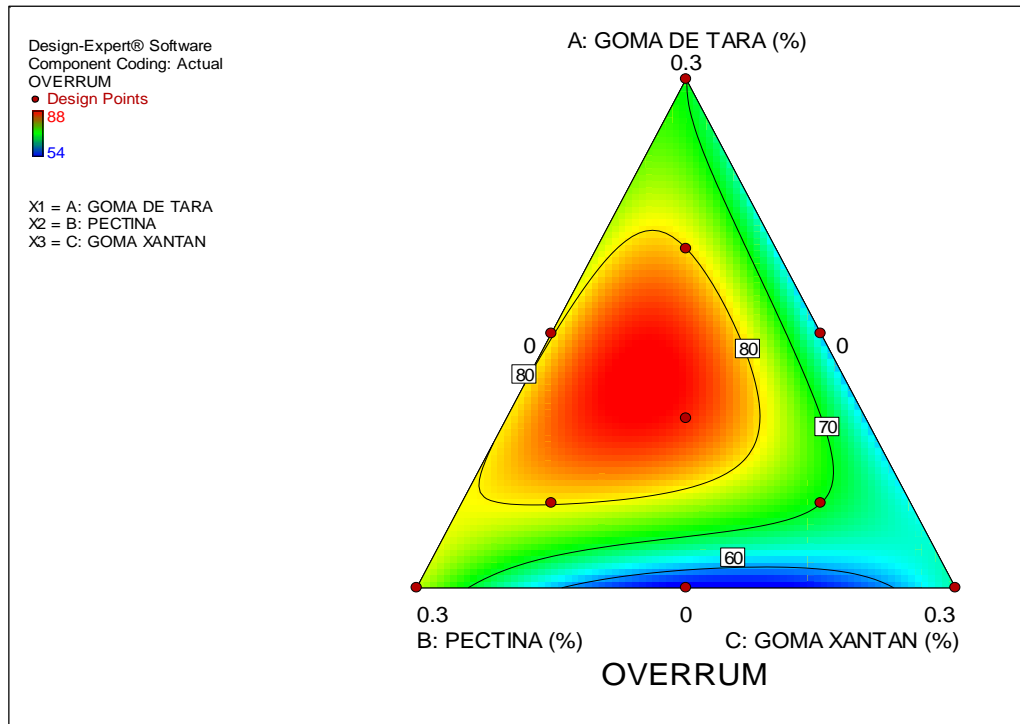


Figura 20: Representación gráfica de contornos para la variable respuesta % de overrum de la relación óptima de estabilizantes

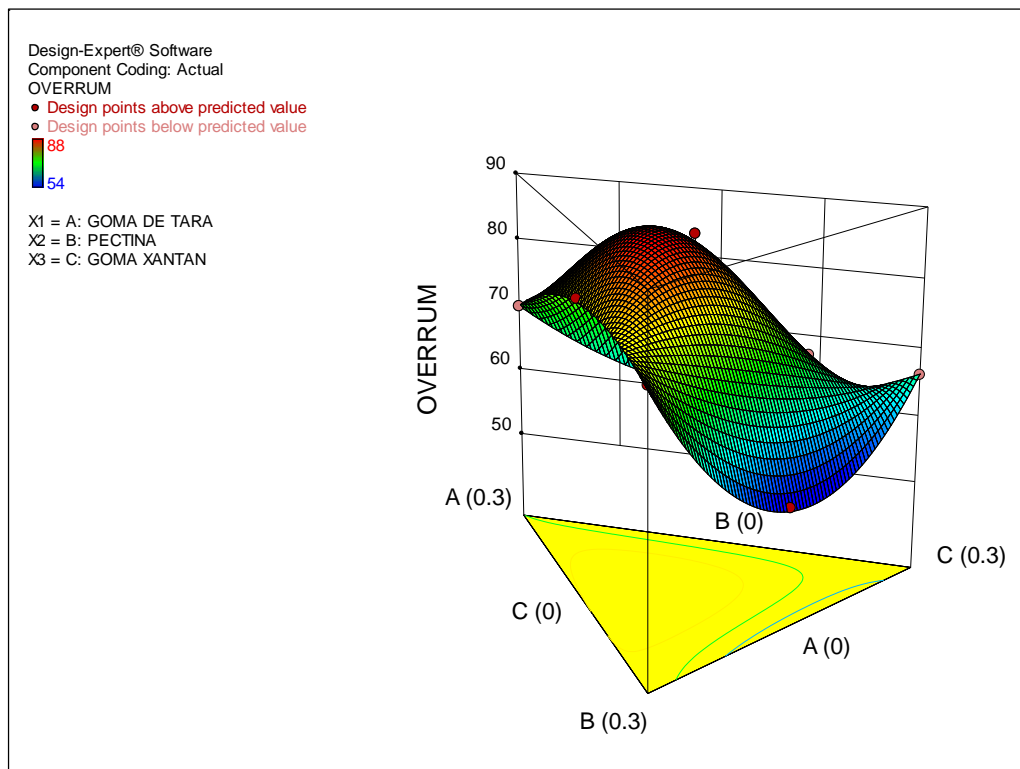


Figura 21: Representación gráfica de superficie de respuesta para la variable respuesta % de overrum de la relación óptima de estabilizantes

4.4.2 Respuesta 2: Aceptación sensorial

En la tabla 43 se observa los resultados de la aceptación sensorial respecto a la relación de estabilizantes del helado de los 10 tratamientos evaluados, como se aprecia a continuación.

Tabla 43: Resultados obtenidos de la aceptación sensorial de los estabilizantes

Std	Run	A: Goma de Tara (%)	B: Pectina (%)	C: Goma Xantana (%)	Respuesta 2: Aceptación sensorial
1	6	0.3	0	0	7.8
2	7	0	0.3	0	8
3	1	0	0	0.3	4
4	5	0.15	0.15	0	8.6
5	10	0.15	0	0.15	8.4
6	8	0	0.15	0.15	4.6
7	4	0.1	0.1	0.1	7.4
8	9	0.2	0.05	0.05	8.8
9	3	0.05	0.2	0.05	7
10	2	0.05	0.05	0.2	70

En la tabla 44 se presentan los resultados del análisis de varianza de los modelos para la variable respuesta aceptación sensorial.

Tabla 44: Análisis de varianza de los modelos aplicados a la variable respuesta aceptación sensorial

Modelo	Suma de Cuadrados (SC)	Grado de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	F	P	R ²	R ² ajustado	R ² predicho
Lineal	17.72	2	8.86	8.21	0.0146	0.7010	0.6156	0.2032
Cuadrático	25.12	2	5.02	124.93	0.0002	0.9936	0.9857	0.8689
Cúbico	25.28	8	3.16	447.61	0.0365	0.9997	0.9975	0.7810
Especial cúbico	25.12	6	4.19	78.62	0.0022	0.9937	0.9810	0.7727

Después de analizar los resultados se obtuvo que, de los tres modelos evaluados, el modelo que se ajusta al comportamiento de la variable aceptación sensorial es el modelo cuadrático, ya

que fue el que se ajustó más estadísticamente al comportamiento de aceptación sensorial, con un valor p igual a 0.0002 ($p < 0.05$) y un coeficiente de determinación (R^2) de 0.9936. En la tabla 45 mostrada a continuación se observa el análisis de varianza del modelo cuadrático para la variable respuesta.

Tabla 45: Análisis de varianza del modelo cuadrático para la variable respuesta aceptación sensorial de la relación óptima de estabilizantes

Fuente	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	Valor F	Valor P	Significancia
Modelo	25.12	5	5.02	124.93	0.0002	Significativo
Linear Mixture	17.72	2	8.86	220.35	<0.0001	
AB	0.41	1	0.41	10.24	0.0329	
AC	5.34	1	5.34	132.75	0.0003	
BC	1.62	1	1.62	40.27	0.0032	
Residual	0.16	4	0.040			
Total	25.28	9				

El valor F del modelo de 124.93 implica que el modelo es significativo. Solo hay un 0.02% de posibilidades de que un valor F tan grande pueda ocurrir debido al ruido.

Los valores de p inferiores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso, A, B, C, AB, AC, BC son términos significativos del modelo. Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), la reducción del modelo puede mejorar su modelo.

En la tabla 46 se presenta los coeficientes de regresión del modelo cuadrático, aplicado a la variable respuesta aceptación sensorial respecto a la relación óptima de estabilizantes de las muestras de helados.

Tabla 46: Coeficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado a la aceptación sensorial

Variables	Coefficiente Estimada	G. L	Error Standard	-95% Límite de confianza	+95% Límite de confianza	VIF
A: Goma de Tara	7.88	1	0.19	7.34	8.41	1.96
B: Pectina	7.91	1	0.19	7.38	8.45	1.96
C:Goma Xantana	4.02	1	0.19	3.48	4.56	1.96
AB	2.85	1	0.89	0.38	5.33	1.98
AC	10.27	1	0.89	7.80	12.75	1.98
BC	-5.66	1	0.89	-8.13	-3.18	1.98

Modelo matemáticamente, la ecuación ajustada del modelo cuadrático para la variable respuesta aceptación sensorial es la siguiente:

$$\text{Aceptación Sensorial} = +7.88*A + 7.91*B + 4.02*C + 2.85*AB + 10.27*AC - 5.66*BC \text{ (Ec.6)}$$

En la ecuación matemática se puede observar el efecto de relaciones que tienen la goma de tara, pectina y goma xantana. Se observa que individualmente la goma xantana tiene un efecto menor que los demás estabilizantes, siendo la pectina el de mayor influencia, respecto a la interacción de los factores el de mayor influencia es la interacción de A y C.

En la figura 22 se puede observar el comportamiento de los componentes y la importancia individualmente, a medida que aumenta la proporción de goma de tara en la mezcla, aumenta ligeramente la aceptación sensorial.

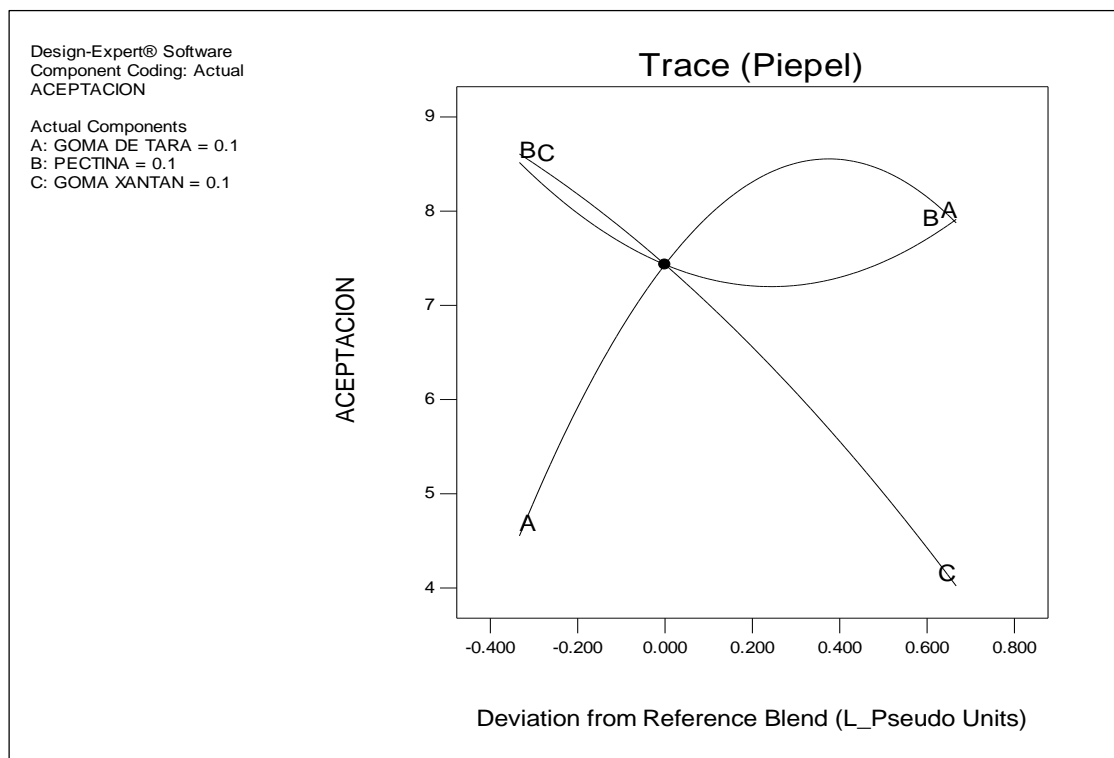


Figura 22: Comportamiento de las trazas para las respuestas esperadas para la aceptación sensorial

Se presenta en la figura 23 la gráfica de contornos de las restricciones para la variable respuesta aceptación sensorial de los estabilizantes del helado hipocalórico y funcional, en la gráfica 24 se aprecia la representación gráfica en tres dimensiones.

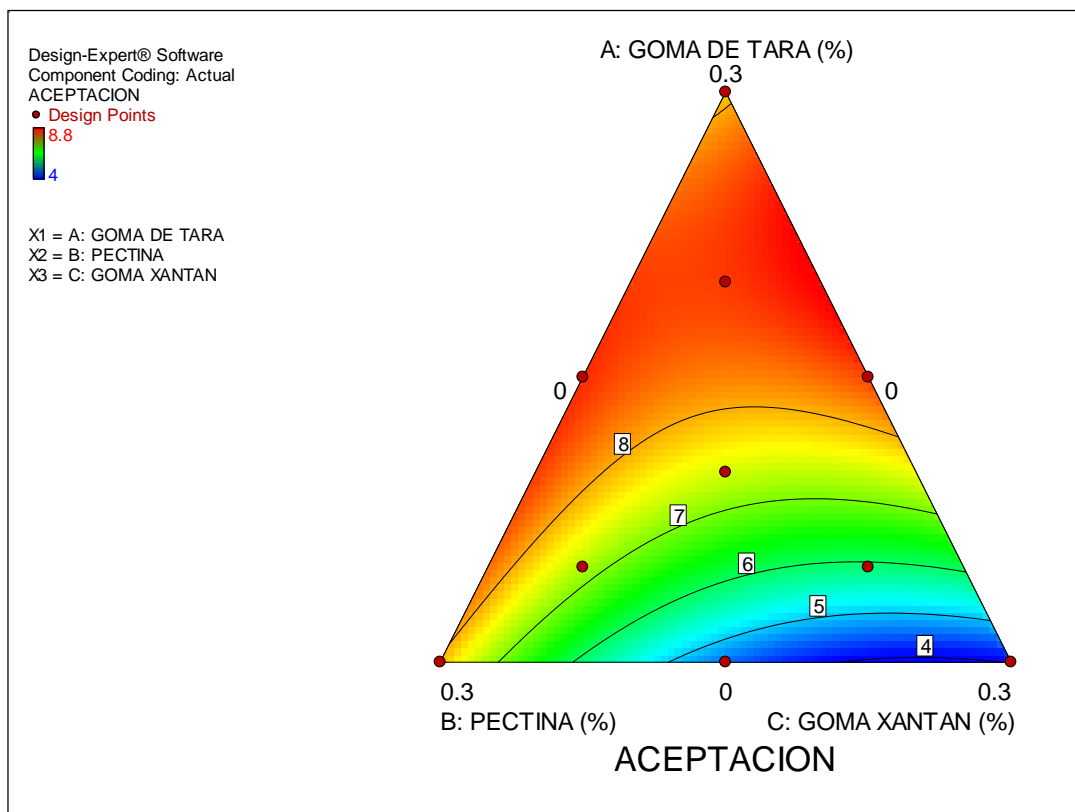


Figura 23: Gráfica de contornos para la variable respuesta aceptación sensorial

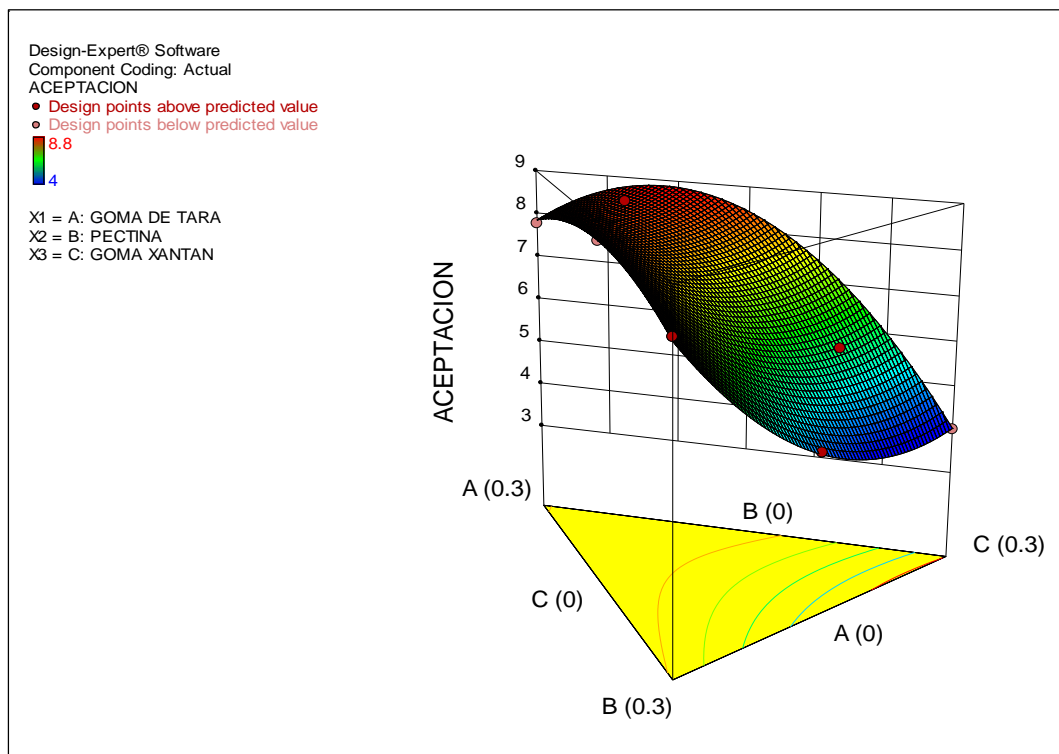


Figura 24: Representación de superficie de respuesta para la variable aceptación sensorial

4.5 Determinación de la zona factible y localización numérica de la mezcla óptima de los estabilizantes.

Se desarrolló la optimización de la mezcla óptima de goma de tara, pectina y goma xantana mediante el método de superposición gráficas de contorno para obtener el área óptima. La zona de formulación factible se determinó asignando restricciones de las variables respuestas aceptación sensorial y overrum. En la tabla 47 se observa los valores asignados para cada variable respuesta

Tabla 47: Valores asignados a las variables respuesta para la determinación de la zona óptima de formulación

Parámetros	Meta	Inferior	Superior
Aceptación sensorial	Máxima	6	9
Overrum	Máxima	50	100

Para la variable respuesta aceptación sensorial se evaluó mediante una evaluación sensorial con la escala hedónica de 9 puntos, valor mínimo considerando el valor 1 equivalente a “me disgusta muchísimo” y valor máximo 9 equivalente a “me gusta muchísimo”. Respecto a la variable respuesta overrum se consideró un valor mínimo de 50%, el valor máximo de 100%. Se procedió a maximizar las variables. Por lo que se obtuvieron 4 soluciones como se observa en la Tabla 48, con los valores obtenidos de la composición y variables. La formulación 1 fue la que más se adecua con sus valores llegando al valor máximo, por lo que es seleccionada como óptima.

Tabla 48: Mezclas obtenidas luego de optimizar las respuestas

Mezcla	Composición (%)			Variables	
	Goma de tara	Pectina	Goma xantana	Aceptación Sensorial	Overrum
1	0.159	0.1	0.039	8.35	86.46
2	0.129	0.17	0	8.59	79.89
3	0.268	0	0.03	8.44	66.69
4	0.3	0	0	7.87	70.11

En la figura 25 se observa las tres formulaciones factibles de la superposición de gráficas para encontrar la mezcla óptima

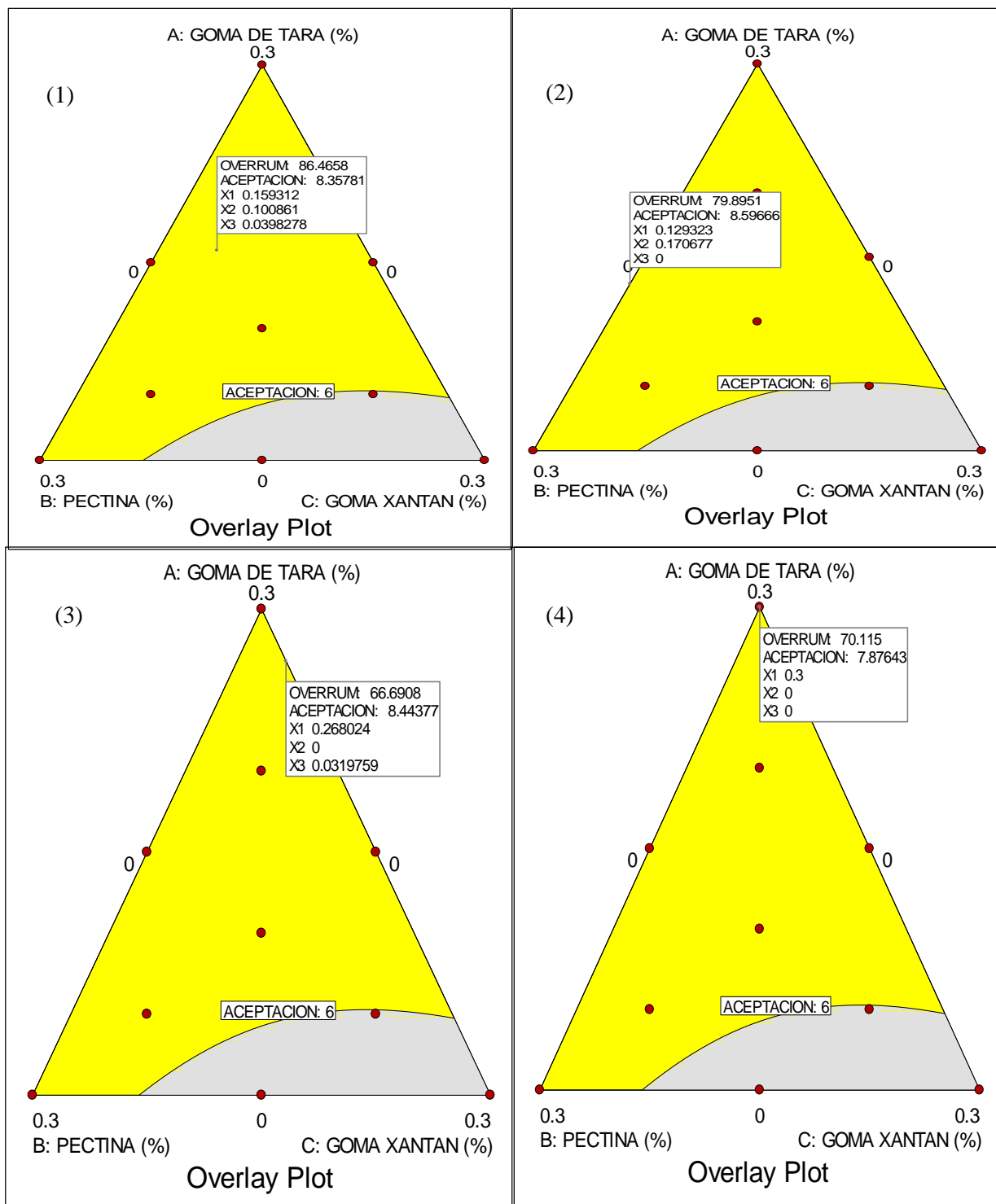


Figura 25: Zonas de formulación factible y localización numérica de las variables respuestas

Se observa que la zona de mayor aceptación encuentra cuando la concentración de goma de tara esta entre 0.159%, pectina 0.1% y goma xantana de 0.039%. Con esas concentraciones se obtiene los valores de puntuación de los panelistas a la variable respuesta, aceptación sensorial de 8.35 puntos, el porcentaje de overrum será 86.46%.

4.6 Características fisicoquímicas del helado hipocalórico y funcional a base de extracto de linaza

En la tabla 49 se detalla la caracterización fisicoquímica del helado hipocalórico y funcional a base de extracto de linaza.

Tabla 49: Caracterización fisicoquímica del helado a base de extracto de linaza

Parámetros	X \pm DS
pH	6.47 \pm 0.18
Acidez	0.682 \pm 0.0488
Sólidos totales	47.74% \pm 0.555

4.7 Análisis Proximal del helado hipocalórico y funcional a base de extracto de linaza

En la tabla 50 se muestra el análisis proximal del helado hipocalórico y funcional a base extracto de linaza.

Tabla 50: Análisis proximal del helado a base de extracto de linaza

Parámetros	X \pm DS
Humedad (%)	52.44 \pm 0.85
Proteínas	15.08 \pm 0.25
Grasa	1.90 \pm 0.05
Fibra	7.48 \pm 0.09
Cenizas	1.6 \pm 0.11
Azúcares Tot.	21.50 \pm 0.63
Azúcares reductores	9.52 \pm 0.33

4.8 Determinación de overrum

Se determinó el overrum de la muestra de helado hipocalórico y funcional con la fórmula de la ecuación 1 mostrada anteriormente

$$\%OV = [(1478.5 - 816.2) / 816.2] \times 100 = 81.14 \dots \dots \dots (Ec.7)$$

Las determinaciones se realizaron por triplicado de lo cual se obtuvo un promedio de 82.60%

4.9 Análisis microbiológico del helado hipocalórico y funcional a base de extracto de extracto de linaza

La determinación de los análisis microbiológicos que se realizaron fueron, aerobios mesofilos, Coliformes y Salmonella dichas determinaciones se realizaron en el Hospital Regional de Huacho. En la Tabla 51 se muestra los resultados microbiológicos obtenidos

Tabla 51: Resultados de análisis microbiológicos del helado

Agente microbiano	Resultado	Limite por g o ml		Método
		Mínimo	Máximo	
Coliformes	2	10	10 ²	Manual de Análisis Microbiológico de alimentos. Dirección General de Salud Ambiental. (Digesa).
Salmonella sp.	Ausencia	Ausencia		ICMS2DA Ed. Vol. 1. Parte II. Pág. 172-176.2000 Ed. Acribia.
Aerobios mesofilos	15	10 ⁴	10 ⁵	Manual de Análisis Microbiológico de alimentos. Dirección General de Salud Ambiental. (Digesa).

Se puede observar que la muestra analizada se encuentra dentro de los Parámetros Permisibles según los Requisitos Microbiológicos indicados, lo que se ajustan a la Norma Sanitaria sobre Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano. NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01.

4.10. Diferencias en su composición entre marcas de helados

En la Tabla 52 se presenta las diferentes composiciones que tienen los helados. Observando que nuestro helado posee una diferencia significativa respecto al porcentaje de grasa.

Tabla 52: Comparación en la composición nutricional

Composición	Helado a base de extracto de linaza (%)	Helado JET (Donofrio)(x100g)
Grasa	1.90	16.1
Azúcares totales	21.5	21.8
Proteínas	15.08	2.1

CAPITULO V: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Discusión

5.1.1 Determinación óptima de la relación linaza: agua

Se obtuvo una relación óptima de semilla: agua de (1:14, w/v) donde el extracto tuvo una mejor consistencia con un puntaje promedio de 7.5 de evaluación sensorial. Becerra (2017), menciona que esto se puede deber a que el aumento de contenido de humedad inicial dio lugar a una caída significativa de la fuerza de fricción. El tiempo de extracción fue de 10 min, temperatura de 85°C. Castañeda, Zabaleta, & Siche (2019) encontró la temperatura de extracción de 85-90°C con un tiempo de 4.5-5h, una relación semilla: agua de (1:20, w/v) con un rendimiento de 9.8%. Magro (2015), menciona que las condiciones óptimas de extracción del gel es temperatura de 85-90°C con una relación de semilla: agua de (1:13, w/v).

5.1.2 Determinación de la relación óptima de extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar.

En la etapa II de la investigación se determinó la relación óptima de la mezcla (extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar), donde las constantes fueron los estabilizantes (0.1%), % de glucosa (5.2%), grasa vegetal (2%) y sal (0.3%), de los 11 tratamientos se determinó la relación óptima que presentó la mayor aceptación por parte de los panelistas en la variable respuesta aceptación sensorial general y el % de overrum, la puntuación de los tratamientos se presenta en las Tabla 29 y 33 respectivamente; las gráficas de contornos de cada uno de las variables respuestas se presenta en las Figuras 13 y 16. De los resultados obtenidos se puede indicar que el azúcar es el que posee mayor influencia en la aceptación sensorial y la leche descremada en polvo es el que influye más en el porcentaje de overrum. Se muestra en la Figura 18, la determinación de la zona de formulación factible y localización numérica de la mezcla óptima, con el método de superposición gráficas de contornos, la zona de mayor aceptación en cada uno de los atributos evaluados se encuentra cuando el porcentaje de extracto de linaza esta entre 57.9%, leche descremada en polvo 20.2% y azúcar 13.60%. Espinoza (2017) encontró en la elaboración de un helado, que la concentración de azúcar de su mezcla fue de 16.92%, el cual fue combinado con leche entera 44.78%, tropezos de castaña 9.95% y harina de castaña 1.33%. Ocrospoma (2018) encontró en la elaboración de un helado,

que la concentración de azúcar fue 15%, leche descremada en polvo 8.32% y harina de cascara de papa 2.27%.

5.1.3 Determinación de la relación óptima de goma de tara, pectina y goma xantana

En la etapa III se buscó encontrar la relación óptima de goma de tara, pectina y goma xantana en la estabilización del helado a partir de extracto de linaza, se realizó 10 formulaciones de las cuales se permitieron determinar la relación ideal que presento la mayor aceptación sensorial y alto % de overrum, en las Tablas 39 y 43, se presenta la puntuación de los panelistas respecto a la aceptación sensorial, y la determinación del porcentaje de overrum para cada una de las muestras, y en las Figuras 20 y 23; se presenta los gráficos de contornos de cada uno de las variables respuestas, siendo constantes en cada uno de las mezclas el % de glucosa (5.2%), sal (0.3%), grasa vegetal (2%) y los parámetros obtenidos en el ítem 5.1.2 (% de extracto de linaza de, leche descremada en polvo y azúcar). De los resultados obtenidos se puede indicar que la goma de tara es la que menos influye en el aumento del porcentaje de overrum y la goma xantana es la que tiene una mayor influencia en la variable respuesta aceptación sensorial. En la Figura 25, se determina la zona de formulación factible y localización numérica de la mezcla óptima mediante el método de superposición gráficas de contorno. Se observa que la zona con mayor aceptación se encuentra cuando la concentración de goma de tara es de 0.14%, 0.04% de pectina y 0.12% de goma xantana. Andino (2015) encontró en la elaboración de helado que la concentración de goma xantana en su mezcla fue de 0.214% combinado con 0.286% de cremodan, estabilizantes usados en su helado. Por otro lado Rebollo (2008), encontró en la elaboración de helado que la concentración de goma de tara fue de 0.1% adicionado con otros estabilizantes como guar 0.11%, carragenina K 0.04%, algarrobo 0.10% el cual suma un total de 0.35% de estabilizante en su mezcla a diferencia del proyecto que tiene 0.30% total de estabilizantes.

5.1.4 Determinación del análisis proximal, fisicoquímico y microbiológico del helado hipocalórico y funcional.

El helado con la formulación correcta obtuvo la siguiente composición proximal: humedad 52.44%, fibra 7.48%, grasa 1.90%, proteína 15.08%; azúcares totales 21.50% y cenizas 1.6%, azúcares reductores 9.52% y su composición fisicoquímica fue de acidez 0.68, pH 6.4 y sólidos totales 47.75%, los análisis microbiológicos evidencian que el helado a base de extracto de linaza, se encuentra conforme a los requisitos establecidos. Ceferino & Díaz (2016) en encontró

los siguientes valores en la composición proximal de un helado de palta donde se obtuvo: humedad 68%, carbohidratos 13.8%, grasa 13.1%, proteína 3.5%, ceniza 1.6%; pH 6.77, acidez 0.223%. (Sánchez, 2009) menciona que obtuvo un análisis proximal respecto a su helado funcional: humedad 76.8%, cenizas 1.2%, proteína 24.13%, grasa 1.8% fibra cruda 1.0% e hidratos de carbono 15.4%.

5.1.5 Determinación del porcentaje de overrun

La formulación correcta de helado a base de extracto de linaza reporto un % de overrun del $82.60\% \pm 0.5$, por lo que se encuentra en un % adecuado por lo dicho por Cabrera (2013), que establece un porcentaje de 75% a 90%. Sarzuri (2011) menciona en su proyecto que obtuvo un porcentaje de overrun del 70%. A diferencia de (Larico, Yanqui, & Escobar, 2016) encontraron un porcentaje más alto en su helado a partir de jarabe de yacón, obtuvieron un 88.6%.

5.2 Conclusiones

Las mejores condiciones de extracción de la semilla de linaza fue temperatura 85°C , tiempo 10 minutos en una relación semilla: agua de (1:14, w/v); obteniendo así un gel de linaza con una consistencia adecuada bajo en humedad.

Los mejores porcentajes obtenidos de extracto de linaza, leche descremada en polvo y azúcar fueron de 57.90%, 20.2% 13.60% respectivamente; los estabilizantes utilizados tuvieron los siguientes porcentajes 0.159% de goma de tara, pectina 0.1% y goma xantana 0.039%.

El helado con la formulación correcta y mejor aceptabilidad obtenida reporto el siguiente análisis proximal, fisicoquímico: humedad 52.44%, proteína 15.08%, grasa 1.90%, azúcares totales 21.50%, fibra 7.78%, ceniza 1.6%, azúcares reductores 9.52 y acidez expresado en ácido láctico de 0.68 , 6.47 ph, sólidos totales 47.75%; la determinación microbiológica realizada al producto final demuestran así la estabilidad microbiológica del helado y la higiene en la elaboración dando como resultado un producto inocuo para el consumidor; el porcentaje de overrun obtenido fue de $82.3\% \pm 0.63$.

5.3 Recomendaciones

- Realizar investigaciones respecto a la semilla de linaza y así poder aprovechar las diversas propiedades que posee la linaza como los mucílagos presentes por lo que se recomienda utilizarlos como estabilizantes, gelificantes, espesantes etc. en las diversas áreas de la industria alimentaria.
- Se recomienda buscar nuevos métodos de extracción de la semilla de linaza.
- Proponer nuevas alternativas de consumo de productos hipocalóricos en helados de crema y así incrementar su valor nutricional.
- Se recomienda utilizar la linaza como sustituto de la grasa en otros productos.
- Se recomienda hacer un estudio completo de las propiedades funcionales que no fueron tocados en este proyecto profundizando así la investigación.

REFERENCIAS

- Abrate, F. (2017). *Evaluación de la estabilidad en helados de crema utilizando diferentes tipos de proteínas*. (tesis de posgrado). Universidad Católica de Córdoba, Córdoba.
- Adolphe, J., & Fitzpatrick, K. (Enero de 2015). *healthyflax.org*. Obtenido de healthyflax.org: https://healthyflax.org/quadrant/media/files/pdf/HEAL.factsheet_NUTRIENT_SP.pdf
- Alcívar, F., & Vera, J. (2016). *Utilización de leche deslactosada y stevia en la producción del índice calórico de un helado de vainilla tipo paleta 2016*. (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix Lopez, Calceta.
- Amado, E. (2010). *Formulación y evaluación sensorial del helado de maracuyá elaborado con leche de soya*. (tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Mexico.
- Ampuero, D. (2011). *Determinación de la capacidad de Lactobacillus casei y Lactobacillus Acidophilus para liberar lignanos a partir de harina de linaza*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Ampuero, J. (2016). *Efecto de la concentración de tres gomas sobre el índice de consistencia y la sinéresis de la salsa de aji*. (tesis de pregrado). Universidad San Ignacio de Loyola, Lima.
- Andino, L. (2015). *Comparación de estabilizantes goma xantana y cremodan en la elaboración de helados de uvilla (physalis peruviana) mediante el uso de parámetros reológicos*. (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Arbuckle, w. (1986). *Ice Cream*. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc.
- Arroyo, S. (2014). *Efecto del consumo de linaza(Linum usitatissimum) para la disminución del perfil Lipídico de mujeres de 40 a 60 años de edad, amas de casa de clase media de Coronado, 2014*. Coronado: (tesis de pregrado). Universidad Hispanoamerica.
- Barrionuevo, M., Carrasco, J., Cravero, B., & Ramón, A. (2011). *Formulación de un helado dietético sabor arándano con características prebióticas*. *Diaeta*, 23-28.
- Becerra, E. (2017). *Optimización del secado por aspersión del musilago de linaza(Linum usitatissimum L.) y evaluación de sus propiedades reológicas*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.

- Bueno, M. (2017). *Formulación y evaluación de galletas de avena (Avena sativa) y harina de linaza (Linum usitatissimum), con características de alimento funcional*. (tesis de posgrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Cabrera, A. (2013). *UF1283: Elaboración de helados*. España: ic editorial.
- Calderón, G., Rzedowski, J., & Colaboradores. (2005). *Flora fanerogámica del valle de México*. Mexico: Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Castañeda, A., Zabaleta, N., & Siche, R. (2019). Optimización del proceso de extracción del musílogo de *Linum usitatissimum* utilizando un diseño secuencial. *Scientia Agropecuaria*, 19-28.
- Ceferino, J., & Díaz, L. (2016). *Evaluación del nivel de aceptabilidad de los helados de palta (Persea americana) con diferentes mezclas base en el mercado de la ciudad de Huánuco*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco.
- Chico, S. (2017). *Respuesta del cultivo de linaza (Linum usitatissimum L.), a la aplicación de varios niveles de fertilización bajo tres sistemas de siembra en el cantón Cayambe provincia de Pichincha*. (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Espejo, Ecuador.
- Choquemamani, D., & Bustinza, G. (2011). *Efecto de la adición de harina de cañihua en las propiedades físico, químicas y microbiológicas del helado*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Antiplano, Puno.
- Clarke, C. (2004). *The Science of Ice Cream*. Reino Unido: Advancing the chemical sciences.
- Colonia, A. (2012). *Efecto del consumo de linaza (Linum usitatissimum) sobre el perfil lipídico de adultos aparentemente sanos, Lima, 2011*. Lima, Perú: (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Escalante, A. (2015). *Aplicación de un recubrimiento comestible de goma de tara (Caesalpinia spinosa Molina Kuntze) sobre fresas (Fragaria ananassa cv. Aromas) para prolongar su conservación*. (tesis de posgrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Habana. Obtenido de file:///C:/Users/pc/Downloads/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS%20(2).pdf
- Espinoza, L. (2017). *Formulación de un helado de leche y castaña (Castanea sativa Miller) y valoración de alternativas para mejorar sus características de salubridad*. (tesis doctoral). Universidad de Vigo, Ourense.

- Figuerola, F., Muñoz, O., & Estévez, A. (2008). La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos. *Agro Sur*, 36(2), 49-58.
- Fonnegra, R., & Jiménez, R. (2007). *Plantas medicinales aprobadas en Colombia*. Colombia. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=K8eI-7ZeFpsC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Gaspar, K. (2017). *Efecto de la sustitución parcial de la crema de leche por oleína de palma (Elaeis guineensis) y grasa de almendra de mango (Mangifera indica L.), sobre la viscosidad aparente, overrun, tiempo de derretimiento y aceptabilidad general en helado de vainilla*. (tesis de Pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Gibson, G., & Williams, C. (2000). *Functional foods*. Washington,DC: Woodhead publishing limited.
- Glenn, R., & Christine, M. (2012). Caracterización de semillas de linaza(Linum usitatissimum L.) cultivadas en Venezuela. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 62(2), 192.
- Goycochea, R. (2010). *Evaluación de taninos y goma del fruto de la Tara Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze provenientes de las lomas de Atiquipa, Arequipa-Perú*. (tesis de pregrado). Universidad Agraria la Molina, Lima.
- Hernandez, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogota. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53478559/767925145.4902Evaluacion_sensorial.PDF?1497301451=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEVALUACION_SENSORIAL.pdf&Expires=1605204193&Signature=A6tfYivoyNHk2BK~9jfc9fGarJU6vPzm4BTz7HmdXj7w2VmcpDz4I
- Hernandez, M. (2014). *Desarrollo de cuatro formulaciones de helados a base de agua con bajo contenido de azúcar y enriquecidos con vitamina C (Tesis de pregrado)*. Guatemala de la Asunción: (tesis de pregrado). Universidad Rafael Landívar.
- Jácome, H. (2010). *Evaluación de la calidad de yogurt tipo II con la utilización de gel de linaza como estabilizante natural*. (tesis de pregrado).Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Jaimes, S., Ramírez, J., & Stouvenel, A. (30 de Agosto de 2017). *ResearchGate*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/319354587_Estabilizantes_mas_utilizados_en_helados

- Lara, Á. (2000). *Estudio técnico, económico y de mercadeo de un helado reducido en calorías*. Honduras: Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano.
- Lara, A., Pérez, F., Rangel, R., & Velázquez, B. (2006). *Nieve adicionada con linaza*. (tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional, México, D. F.
- Larico, R., Yanqui, J., & Escobar, K. (2016). Elaboración de Helado Dietético a partir de Jarabe de Yacón (*Smallanthus sonchifolicus*) con características Prebióticas. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 18(1), 77-82.
- León, J., Maticorena, L., Ludeña, C., Farfán, R., & Montoya, P. (2014). *Diseño de una línea de producción de helados de crema a base de licor en piura*. Piura. Perú: Universidad de Piura.
- León, Y. (2010). *Elaboración de un helado de leche con cultivos probióticos*. (tesis de pregrado). Universidad de la Habana, La Habana.
- Luttmann, A. (2009). *Estudio técnico para la elaboración de un helado libre de lactosa en una fábrica de helado guatemalteca*. (tesis de pregrado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala de la Asunción.
- Madrid, A., & Cenzano, I. (2003). *Helados: Elaboración, análisis y control de calidad*. AMV ediciones, Mundi-prensa.
- Magro, M. (2015). *Caracterización fisicoquímica, químico proximal y sensorial de harina pre-cocida a partir de semilla germinada de linaza (*Linum usitatissimum*) mediante autoclavado y tostado*. Huancayo, Perú: (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Molina, R., Gertosio, C., Monte, Y., & Pinto, V. (2016). Desarrollo de un helado hipocalórico y funcional con adición de ácidos grasos Omega 3. *Contribuciones Científicas y Tecnológicas*, 41.
- Morales, A. (2013). *Nectar de durazno (*Prunus pérsica*) estabilizado con linaza (*Linum usitatissimum*)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho. Perú.
- Muñoz, F. (2011). *Extracción y caracterización de la pectina obtenida a partir del fruto de dos ecotipos de cocona (*Solanum sessiliflorum*), en diferentes grados de madurez; a nivel de planta piloto*. (tesis de posgrado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- NTP 202.057: 2006. (revisada el 2018). *Leche y Productos Lácteos. Helados. Requisitos*. INACAL.

- Ñahui, A. (2017). *Efecto de la proporción de lactosuero y aguymanto(Physalis peruviana L.) en las características fisicoquímicas y organolépticas del helado.* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.
- Ocrospoma, R. (2018). *Caracterización del helado de vainilla enriquecido con pasta de cáscara de papa como complemento alimenticio en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión-2015.* (tesis de posgrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho.
- Ojeda, L., Noguera, N., & Herrera, H. (2017). La linaza (*Linum usitatissimum L.*) y su papel nutracéutico. *Artículo de Revisión Biomedicina*, 29, 712-722.
- Orozco, M. (2013). *Evaluación de la actividad cicatrizante de un gel elaborado a base de los extractos de molle (Schinus molle), cola de caballo (Equisetum arvense L.), linaza (Linum usitatissimum L.) en ratones (Mus musculus).* (Tesis de pregrado). Universidad Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.Ecuador.
- Palazuelos, A. (1999). *Evaluación de tres edulcorantes no calóricos en las características y aceptabilidad del helado.* Proyecto especial del programa de Ingeniería Agronómica, El Zamorano, Honduras.
- Pasquel, A. (2001). Gomas: Una aproximación a la industria de alimentos. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, 1(1), 1-8.
- Pavón, D. (2015). *Uso potencial de la goma de tara (Caesalpinia spinosa) para el desarrollo de nuevas películas y recubrimientos comestibles compuestos.* (tesis de pregrado), Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Posada, L., Sepulveda, J., & Restrepo, D. (2012). Selección y evaluación de un estabilizante integrado de gomas sobre las propiedades de calidad en mezclas para helado duro. *Vitae*, 19(2), 166-177.
- Quezada, K. (2014). *Elaboración de una bebida funcional tipo "refrescante" a base de linaza saborizada con piña: estudio de vida útil y aporte nutricional de la formulación.* (tesis de pregrado). Universidad técnica de Machala, Machala.
- Quispe, J. (2003). *Elaboración de helados con sustitución parcial de crema de leche y leche fluida por manteca de palma comercial y agua.* Tingo Maria, Perú: (tesis de pregrado). Universidad Agraria de la Selva.
- Rebollo, L. (2008). *Manual de procedimientos para el desarrollo de un helado reducido en calorías.* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Cuautitlán Izcalli.

- Ruiz, A., Gaviria, B., Arango, C., Molina, C., & López, B. (2011). Consumo de linaza molida para la reducción de peso corporal en personas con exceso de peso. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 13(1), 45-56.
- Ruiz, R. (2017). *Producción de helados a nivel industrial*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Perú.
- Sánchez, I. (2009). *Diseño y evaluación de un helado funcional elaborado a partir del fruto de litchi chinensis sonn, adicionado con fibra de avena y bifidobacterias*. (tesis de posgrado). Instituto Politecnico Nacional, D.F, Mexico.
- Sarzuri, M. (2011). *Propuesta de diseño y desarrollo para la elaboración de helado de leche enriquecido con las proteínas de la soya para la empresa "Delizia"*. (tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andres, La paz.
- Shortt, C., & O'Brien, J. (2004). *Handbook of Functional Dairy Products*. Washington, D.C: Functional foods and nutraceuticals series.
- Szollosy, I. (2015). *Determinación de parámetros tecnológicos para la elaboración de helado con mezcla de aceite de oliva (Olea europaea L.) variedad sevillana y ceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.)*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.
- Vargas, G. (2015). *Síntesis y caracterización de un almidón modificado de papa (Solanum tuberosum), (Var. Única) para su aplicación en un helado soft*. (tesis de posgrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Perú.
- Villacís, É. (2010). *Formulacion de helados aptos para diabéticos*. (tesis de pregrado). Escuela Politécnica y Nacional, Quito.
- Zhañay, M. (2014). *Evaluación farmacognóstica y preclínica de la actividad laxante en la semilla de linaza (Linum Usitatissimum)*. (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Machala.
- Zhindon, E. (2010). *Diseño del proceso para la elaboración de helados de fruta tipo sorbete*. (tesis de pregrado). Universidad Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1: Ficha de evaluación sensorial para el extracto de linaza –Etapa I

EVALUACIÓN SENSORIAL DEL EXTRACTO DE LINAZA (ESCALA HEDÓNICA)

Fecha: /.../....

Nombre:

Instrucciones: Por favor sírvase a evaluar las muestras y marque con un aspa (X) la intensidad de agrado o desagrado para cada una de las muestras, en función al siguiente atributo:

ATRIBUTO: Consistencia

ESCALA	MUESTRAS								
	9P4	M11	55Y	ZZ3	Q08	6TÑ	B77	RWA	G5L
Me gusta muchísimo
Me gusta mucho
Me gusta moderadamente
Me gusta un poco
Ni me gusta ni me disgusta
Me disgusta un poco
Me disgusta moderadamente
Me disgusta mucho
Me disgusta muchísimo

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

Anexo 2: Ficha de evaluación sensorial para el helado hipocalórico y funcional - etapa II

**EVALUACIÓN SENSORIAL DE UN HELADO HIPOCALÓRICO Y
FUNCIONAL ELABORADO A PARTIR DE EXTRACTO DE LINAZA (ESCALA
HEDÓNICA)**

Fecha: /.... /....

Nombre:

Instrucciones: Por favor sírvase a degustar las muestras y marque con un aspa (X) la intensidad de agrado o desagrado para cada una de las muestras, en función al siguiente atributo:

ATRIBUTO: Aspecto general

ESCALA	MUESTRAS										
	KT4	Z53	CY8	M12	AE6	9JX	OR2	B7T	3FP	W5L	V19
Me gusta muchísimo
Me gusta mucho
Me gusta moderadamente
Me gusta un poco
Ni me gusta ni me disgusta
Me disgusta un poco
Me disgusta moderadamente
Me disgusta mucho
Me disgusta muchísimo

OBSERVACIONES:

.....

Anexo 3: Ficha de evaluación sensorial para helado hipocalórico y funcional en la etapa III.

**EVALUACIÓN SENSORIAL DE UN HELADO HIPOCALÓRICO Y
FUNCIONAL ELABORADO A PARTIR DE EXTRACTO DE LINAZA (ESCALA
HEDÓNICA)**

Fecha: /.../....

Nombre:

Instrucciones: Por favor sírvase a degustar las muestras y marque con un aspa (X) la intensidad de agrado o desagrado para cada una de las muestras, en función al siguiente atributo:

ATRIBUTO: Aspecto general

ESCALA	MUESTRAS									
	P54	O9X	E2X	7ZQ	Y8K	3FM	12T	6DJ	L48	R4S
Me gusta muchísimo
Me gusta mucho
Me gusta moderadamente
Me gusta un poco
Ni me gusta ni me disgusta
Me disgusta un poco
Me disgusta moderadamente
Me disgusta mucho
Me disgusta muchísimo

OBSERVACIONES:

.....

Anexo 4: Informe del Análisis Microbiológico del helado hipocalórico y funcional



INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS N° 043

SOLICITANTE : Bach. Ing. Ciencias en Industrias Alimentarias Johana Elizabeth Atauje Avila
 NOMBRE DE LA MUESTRA : Helado de Crema
 NUMERO DE LA MUESTRA : AL-043-19
 TIPO DE MUESTRA : Preparada
 CANTIDAD : 1 Lt.
 PROCEDENCIA : Laboratorio de Tecnología de Alimentos – Universidad Jose Faustino Sanchez Carrion
 MUESTREADO : Bach. Ing. Ciencias en Industrias Alimentarias Johana Elizabeth Atauje Avila
 FECHA DE MUESTREO : 06 de Febrero del 2019 Hora: 11:45 am
 FECHA DE RECEPCION : 06 de Febrero del 2019 Hora: 12:45 pm
 FECHA DE ANALISIS : 06 de Febrero del 2019 Hora: 01:35 pm

RESULTADOS

CÓDIGO	MUESTRA	COLOR	OLOR	ASPECTO
AL-043-2019	Helado de Crema	Característico	Característico	Característico

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

CÓDIGO	MUESTRA	RESULTADO	REQUERIDO
		Salmonella sp ufc/25 gr	Salmonella sp ufc/25 gr
AL-043-2019	Helado de Crema	Ausencia	Presencia

CÓDIGO	MUESTRA	RESULTADO	REQUERIDO
		Coliformes ufc/gr	Coliformes ufc/gr
AL-043-2018	Helado de Crema	2	Mínimo 10 Máximo 10 ⁷

www.hdhuacho.gob.pe

Central Telefónica 232-2634

Teléfono: 232-2351

Telefax: 239-5142/232-3181

Av. José Arnaldo Arámbulo La Rosa N° 251 - Huacho

hdhuacho@ec-red.com



GOBIERNO REGIONAL DE LIMA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
RED DE SALUD HUMANA OYÓN



CÓDIGO	MUESTRA	RESULTADO	REQUERIDO
		Escherichia coli ufc/gr	Aerobios mesófilos ufc/gr
AL-043-2018	Helado de Crema	15	Mínimo 10^4 Máximo 10^5

HELADOS A BASE DE LECHE		
Agente Microbiano	Límite por g o ml	
	Mínimo	Máximo
Coliformos	10	10^7
Salmonella sp.	Ausencia/ 25 gr.	
Aerobios mesófilos	10^4	10^5

La muestra Analizada se encuentra dentro de los Parámetros Permisibles según los Requisitos Bromatológicos y Microbiológico arriba indicados, lo que se ajustan a la Norma Sanitaria sobre Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano. NTS Nº071-MNSA/DIGESA-V.01.

MÉTODO.-

- Determinación de Salmonella sp. ICMS 2^{da} Ed. Vol 1. Parte II. Pág. 172-176. 2000 Ed. Acrobía.
- Determinación de Coliformos: Manual de Análisis Microbiológico de Alimentos. Dirección General de Salud Ambiental. (Digesa).
- Determinación de Escherichia coli: Manual de Análisis Microbiológico de Alimentos. Dirección General de Salud Ambiental. (Digesa).

Huacho 12 de Febrero del 2019

GOBIERNO REGIONAL DE LIMA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
HOSPITAL HUACHO - RED HUMANA OYÓN
Uc. SANDRA ELIZABETH ROJAS AMASIFUEN
C.N. N.º 2018
LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA

Sandra Elizabeth Rojas Amasifuen
DIRECTORA GENERAL DE SALUD PÚBLICA

www.hdhuacho.gob.pe

Central Telefónica 232-2634

Teléfono: 232-2351

Telefax: 239-5142/232-3181

Av. José Arnaldo Arámbulo La Rosa N° 251 - Huacho

hdhuacho@ec-red.com

Anexo 5: Proceso de helado hipocalórico y funcional a partir de extracto de linaza