

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**

***“DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE SÓLIDOS EN LA
OBTENCIÓN DE UN HELADO TIPO CREMA DE VAINILLA EN LA PLANTA
PILOTO AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS”***

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

PRESENTADO POR :
Bach. MILNER ARELLANOS OCC

ASESOR :
Ing. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA

CHACHAPOYAS – AMAZONAS – PERÚ 2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**

***“DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE SÓLIDOS EN LA
OBTENCIÓN DE UN HELADO TIPO CREMA DE VAINILLA EN LA PLANTA
PILOTO AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS”***

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

PRESENTADO POR :

Bach. MILNER ARELLANOS OCC

ASESOR :

Ing. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA

CHACHAPOYAS – AMAZONAS – PERÚ 2019

DEDICATORIA

A mis padres fundamentales en mi vida quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, a ellos quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, es por ellos que soy lo que soy ahora.

A mi familia en general por brindarme ese apoyo y esa motivación que tanto necesitaba durante mi formación profesional.

A mi señora e hijos por ser el motor y el motivo de salir a delante y cumplir con este objetivo profesional que me he planteado cumplir.

MILNER ARELLANOS OCC

AGRADECIMIENTO

A Dios, por protegernos y guiarnos durante todo nuestro camino y darnos fuerzas para superar obstáculos y dificultades en la vida y perseverancia para culminar con éxito nuestros estudios universitarios.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas como un ente de desarrollo educativo en nuestra región, y por acogernos en sus aulas.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y a todos los docentes por brindarnos sus conocimientos y experiencias y formarnos profesionalmente.

A mi Asesor: MsC. Erick Aldo Auquiñivin Silva, por todo su apoyo y orientación incondicional para la realización de la presente tesis.

A la planta piloto agroindustrial y a los que conforman el equipo de trabajo, por permitirnos realizar la investigación en sus instalaciones, sin el cual no hubiera sido posible la realización de ésta Tesis.

MILNER ARELLANOS OCC

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

RECTOR

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Ing. MsC. EFRAIN MANUELITO CASTRO ALAYO

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Y CIENCIAS AGRARIAS

JURADO EVALUADOR DE TESIS

MsC. Efraín Manuelito Castro Alayo

Presidente

Ing. *MsC.* Aura Del Rocío Tafur Jiménez

Secretaria

Ing. *MsC.* Antonio Tacilla Villanueva

Vocal



ANEXO 2-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 12 de Marzo del año 2018, siendo las 3:00 pm. horas, el aspirante: Milner Arellanos Occ

defiende públicamente la Tesis titulada: Determinación de la concentración óptima de sólidos en la obtención de un helado^{tipo} crema de vainilla en la Planta Agroindustrial de la UNTM.

para optar el Título Profesional en Ingeniería Agroindustrial

otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por:

Presidente: Ing. Efraín Manuelito Castro Alayo

Secretario: Ing. Anaya del Rocío Tapur Jiménez

Vocal: Ing. Antonio Taciella Villanueva

Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideran oportunas, las cuales fueron contestadas por el los aspirante (s).

Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

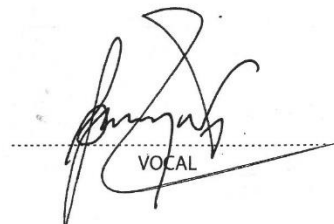
Notable o sobresaliente () Aprobado No apto ()

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las horas 4:30 pm. del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación del Trabajo de Investigación.


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCAL

OBSERVACIONES:

VISTO BUENO DEL ASESOR

El docente de la UNTRM-A que suscribe el presente trabajo de tesis, Yo **ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA**, de profesión Ingeniero Agroindustrial, Docente Asociado a tiempo completo, en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, mediante el presente hago constar:

Que ha asesorado el proyecto de tesis denominado **“DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE SÓLIDOS EN LA OBTENCIÓN DE UN HELADO TIPO CREMA DE VAINILLA EN LA PLANTA PILOTO AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS”** presentado por el **Tesista Bach. MILNER ARELLANOS OCC** egresado de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, comprometiéndome a colaborar en la elaboración, presentación, levantamiento de observaciones, ejecución del proyecto de tesis y presentación del informe final para la sustentación del mismo.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados, para fines que estimen convenientes.

Chachapoyas, _____ de _____ del 2019.

Atentamente:

Ing. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA

DOCENTE ASOCIADO-FICA



ANEXO 3-K

**DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Yo Milner Arellanos Occ
identificado con DNI N° 46100877 Estudiante()/Egresado (X) de la Escuela Profesional de
Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de:
Ingeniería y Ciencias Agrarias
de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada: "Determinación de la concentración óptima de sólidos en la obtención de un helado tipo crema de vainilla en la planta piloto agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas"


que presento para obtener el Título Profesional de: Ingeniero Agroindustrial

2. La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La Tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, de de 2019


Firma del(a) tesista

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN	XVI
ABSTRACT.....	XVII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III. MARCO TEÓRICO	3
3.1. DEFINICIÓN DE HELADO	3
3.2. CLASIFICACIÓN DE HELADOS.....	3
3.2.1. Helado de crema.....	3
3.2.2. Helado de leche.....	3
3.2.3. Helados de agua.....	4
3.3. VALOR NUTRICIONAL DEL HELADO	4
3.4. SÓLIDOS TOTALES.....	5
3.4.1. AZÚCAR	5
3.4.2. LECHE EN POLVO	6
3.4.3. GRASA.....	6
3.5. PRINCIPALES PARÁMETROS DE CALIDAD DEL HELADO	6
3.5.1. ÍNDICE DE DERRETIMIENTO.....	7
3.5.2. TEXTURA	7
3.6. ACEPTABILIDAD.....	7
IV. MATERIAL Y MÉTODOS	7
4.1. MATERIALES	7
4.1.1. Materiales de vidrio	7

4.1.2. Materiales químicos	8
4.1.3. Insumos	8
4.1.4. Materiales de oficina	8
4.1.5. Otros materiales	8
4.1.6. Equipos.....	9
4.2. MÉTODOS.....	9
4.2.1. Modalidad de la investigación.....	9
4.2.2. Tipo de investigación	9
4.2.3. Población, muestra y muestreo de la investigación.....	9
4.2.4. Métodos, técnicas e instrumentos y procedimientos utilizados	10
4.2.5. Material biológico	10
4.2.6. Análisis fisicoquímico de la leche.....	10
4.2.6.1. pH.....	10
4.2.6.2. Densidad	10
4.2.6.3. Acidez	11
4.2.6.4. °brix	11
4.2.7. Variables de estudio	11
4.2.8. Análisis estadístico	11
4.2.8.1. concentraciones de azúcar, leche en polvo y grasa, utilizando el diseño Box Behnken	12
4.2.9. Elaboración del helado	13
4.2.9.1. Insumos	13
4.2.9.2. Dosificación	13
4.2.9.3. Mezcla y homogenizado	13
4.2.9.4. Pasteurizado.....	13
4.2.9.5. Enfriado.....	14
4.2.9.6. Maduración.....	14

4.2.9.7. Licuado	14
4.2.9.8. Batido y congelación parcial.....	14
4.2.9.9. Envasado	14
4.2.9.10. Almacenamiento	14
4.2.10. Determinación del índice de derretimiento cuantitativo	16
4.2.11. Análisis sensorial	16
4.2.12. Evaluación sensorial	17
4.2.13. Análisis de varianza (ANVA)	17
4.2.14. Comparaciones de medias	17
V. RESULTADOS	17
5.1. Análisis Físicoquímico de la leche cruda entera	17
5.2. Valores obtenidos de las variables respuestas del helado de leche tipo crema de vainilla	17
5.3. Resultados de las proporciones de cada variable independiente.....	19
5.4. Resultados de la cantidad de materia prima e insumos	19
5.5. Aplicación del diseño box - behnken	19
5.6. Aplicación del software estadístico Statgraphics XVI.II	19
5.7. Resultados del porcentaje del índice de derretimiento de los 15 tratamientos	22
5.8. Estimación del mejor porcentaje de derretimiento en el helado tipo crema de vainilla	23
VI. DISCUSIÓN	23
VII. CONCLUSIONES	27
VIII. RECOMENDACIONES	28
IX. BIBLIOGRAFÍA	29
X. ANEXOS.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 : Análisis nutricional del helado	4
Cuadro 2 : Contenido de sales en el helado	5
Cuadro 3 : Vitaminas presentes en leche y helados	5
Cuadro 4 : Valor de las variables independientes evaluadas con el diseño estadístico de box - behnken	11
Cuadro5 : Diseño estadístico de box – behnken para evaluar las tres variables independientes	12
Cuadro 6 : Análisis fisicoquímico de la leche cruda.....	17
Cuadro 7 : Resultados de las variables respuestas	18
Cuadro 8 : Niveles de las variables independientes	19
Cuadro 9 : Proporción de cada insumo	19
Cuadro 10 : Resumen estadístico para aceptabilidad.....	20
Cuadro 11 : Medias para aceptabilidad por tratamientos con intervalos de confianza del 95.0 %.....	21
Cuadro 12 : Porcentaje de derretimiento.....	22
Cuadro 13 : Formato de evaluación para determinar la aceptabilidad del helado tipo crema de vainilla	33
Cuadro 14: diseño box- behnken empleando funciones en Excel para determinar proporciones de cada insumo (azúcar (A), leche en polvo (B) y grasa (C)).....	34
Cuadro 15: Cuadro ANOVA para aceptabilidad por tratamientos	35
Cuadro 16 : Pruebas de múltiples rangos para aceptabilidad por tratamientos.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujo grama de la elaboración de helado tipo crema de vainilla	15
Figura 2: Gráfica de intervalos basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher	21
Figura 3: Gráfica de estimación del mejor tratamiento en el helado tipo crema de vainilla.....	22
Figura 4: Estimación del mejor porcentaje de derretimiento	23

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1 : Materiales y equipos.....	38
Fotografía 2 : Variables independientes.....	40
Fotografía 3 : Pasteurización, mezcla y homogenización.....	40
Fotografía 4 : Enfriamiento y maduración de los 15 tratamientos.....	41
Fotografía 5 : Licuado de la mezcla madurada.....	41
Fotografía 6 : Batido y congelación.....	42
Fotografía 7 : Almacenamiento de las muestras de helados.....	42
Fotografía 8 : Índice de derretimiento del helado tipo crema de vainilla.....	43
Fotografía 9 : Análisis sensorial de los tratamientos por los panelistas.....	43
Fotografía 10 : Análisis organoléptico del helado tipo crema de vainilla.....	44

RESUMEN

La presente investigación consistió en la estandarización de la concentración óptima de azúcar, leche en polvo y grasa para la aceptabilidad del helado tipo crema de vainilla, elaborado en la planta piloto agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, para la cual se tuvo en cuenta la calidad de la leche de vaca y de insumos. Para la evaluación de las características fisicoquímicas de la leche: porcentaje de acidez, densidad, pH y °brix, se tomó en cuenta los parámetros según la NTP. Para la evaluación y determinación de las cantidades de: azúcar, leche en polvo y grasa (variables independientes) por cada tratamiento se realizó mediante el diseño de Box Behnken, la cual cuenta con 15 tratamientos, donde el factor A: Azúcar (- = 25%; 0 = 30%; + = 35%); factor B : Leche en polvo (- = 1%; 0 = 2%; + = 3%) y el factor C: grasa (- = 5%; 0 = 8%; + = 10%); posteriormente para la evaluación sensorial de cada tratamientos en cuanto a: color, olor, sabor, textura e índice de derretimiento (variables respuestas) se empleó 22 panelistas semi - entrenados, mediante un test (tabla hedónica), los datos obtenidos fueron analizados en el software estadístico Statgraphics XVI.II, realizando un análisis (ANOVA simple), analizando las medias de cada variable respuesta se pudo determinar el mejor tratamiento para la variable respuesta aceptabilidad, donde se logró determinar que la mezcla óptima de los sólidos totales analizados en cuanto al azúcar es de 300 gramos (30%); 30 gramos de leche en polvo (3%) y de grasa 100 gramos. (10%), concentración en base de 1000 ml de leche de vaca, correspondiente al T 12. Esta metodología ofrece una alternativa para cualquier tipo de industria en cuanto a la determinación de una concentración óptima de cualquier insumo en la elaboración de un producto agroindustrial.

Palabras claves: Estandarización, optimización, sólidos totales, índice de derretimiento.

ABSTRACT

The present investigation consisted in the standardization of the optimum concentration of sugar, milk powder and fat for the acceptability of vanilla cream ice cream, elaborated in the agroindustrial pilot plant of the National University Toribio Rodríguez de Mendoza of Amazonas, for which took into account the quality of cow's milk and supplies. For the evaluation of the physicochemical characteristics of the milk: percentage of acidity, density, pH and °brix, the parameters according to the NTP were taken into account. For the evaluation and determination of the amounts of: sugar, milk powder and fat (independent variables) for each treatment was made by the design of Box Behnken, which has 15 treatments, where the factor A: Sugar (- = 25 %; 0 = 30%; + = 35%); factor B: Powdered milk (- = 1%, 0 = 2%; + = 3%) and factor C: fat (- = 5%, 0 = 8%, + = 10%); Subsequently, for the sensory evaluation of each treatment in terms of color, smell, taste, texture and melting index (variable responses), 22 semi-trained panelists were used, mediating a test (hedonic table), the data obtained were analyzed in the statistical software Statgraphics XVI.II, performing an analysis (simple ANOVA), analyzing the means of each response variable, it was possible to determine the best treatment for the variable response acceptability, where it was determined that the optimal mixture of the total solids analyzed in terms of sugar is 300 grams (30%); 30 grams of milk powder (3%) and fat 100 grams. (10%), concentration based on 1000 ml of cow's milk, corresponding to T 12. This methodology offers an alternative for any type of industry in terms of determining an optimal concentration of any input in the production of an agro-industrial product.

Keywords: Standardization, optimization, total solids, melt index.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad desarrollar investigación en optimizar productos alimenticios para mejorar los productos existentes es una herramienta clave en la industria, ya que permite que la empresa perfeccione o mejore sus productos y se mantenga en el mercado satisfaciendo las necesidades del cliente (Huertas *et al.*, 2014), El desarrollo de Productos surge de tres necesidades interrelacionadas: La necesidad de satisfacer a los consumidores; la necesidad de igualar, imitar o superar los nuevos productos o conceptos comercializados por los competidores; la necesidad de progresar al mismo ritmo de los avances tecnológicos (Rodríguez, 2002). Es por eso que al ver la realidad en el producto final del helado tipo crema de vainilla de la planta piloto agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza; su aceptabilidad de parte de los estudiantes de la universidad no era la mejor, pues calificaban al helado que tenía mucha formación de cristales y un derretimiento alto en menor tiempo.

Según investigaciones recientes se ha demostrado que la alteración o deterioro de ésta propiedad (textura) se deben a muchos factores, entre los cuales los más importantes a tener en cuenta son: Con respecto a la textura del producto ésta depende del número o tamaño de las partículas, su organización y distribución. En las condiciones adecuadas el helado debe tener una textura suave y agradable en la boca. Pero cuando no es así, presenta una textura arenosa o áspera. El defecto en la textura del helado se debe a una mala formulación de la mezcla (Mahuat M., 2004)

Hoy en día la industria heladera presenta una demanda creciente de sus productos, además se observa que el cliente es cada vez más exigente en la selección de un producto, por tal razón, la investigación presenta una secuencia tecnológica de mejora, en propiedades reológicas y estructurales del helado de leche, las cuales contribuyen en la calidad del producto final (Peláez y Vásquez, 2014).

Actualmente no se ha determinado en la planta piloto la concentración óptima de sólidos en la elaboración de helado tipo crema de vainilla; por tal motivo se tiene como objetivo principal determinar la formulación de estos insumos con la finalidad de optimizarlos.

Los datos procesados arrojan los resultados óptimos del diseño de box – behnken permitiendo considerar que la siguiente formulación fue la más cercana de los experimentos realizados, cuando se trabajó empleando una concentración de 2 gramos de CMC, 1,5 gramos de gelatina y 2 gramos de carragenina por cada Kg de mezcla

reportando valores en viscosidad 12700 cp., derretimiento 40%, la misma que presentó una diferencia estadística significativa calificada como una de las mejores en textura del producto por los panelistas (Peláez y Vásquez, 2014). En la presente investigación no se centró en los insumos que también son sólidos en la elaboración del helado como es el caso de la carragenina, cmc y glucosa; pues no involucran un mayor porcentaje en la reacción final del helado en cuanto a su formación de cristales de hielo y su índice de derretimiento.

El primer punto para el desarrollo de un producto alimenticio es el análisis del consumidor, sus actividades, entorno, deseos y necesidades para poder integrar todo esto y desarrollar una respuesta acorde a él (Bedoya, 2008).

La etapa más importante de la tesis se realizó durante el desarrollo de la formulación, donde fue necesaria la selección de los ingredientes y aditivos, para eso fue fundamental conocer el papel que desempeñaba cada uno y su funcionalidad en el producto el cual proporcionó las características de calidad buscadas en el producto final (Rebollo, 2008).

El análisis proximal reportó los siguientes componentes: grasa cruda 9,2 (g/100 g de helado); sólidos totales 40,9 (g/100 g); proteínas 4,5 (g/100 g); cenizas 1,3 (g/100 g); carbohidratos 25,9 (g/100 g): energía total 204,4 (kcal /100g). Cumpliendo con los valores que la NTP de helados que pide como: grasa mínimo 2,5%; mínimo 5% de sólidos de la leche no grasos; azúcares mínimo 12% y sólidos totales mínimo 27% (Peláez y Vásquez, 2014).

Utilizando 10% de grasa, 30% de azúcar y 2% de leche en polvo hipotéticamente mejoraremos la aceptabilidad del helado tipo crema de vainilla en la Planta Piloto Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

El presente trabajo de investigación consistió en determinar la concentración óptima de azúcar, leche en polvo y grasa (variables independientes) con la finalidad de mejorar la textura y la aceptabilidad de este producto que se viene produciendo actualmente en la planta piloto, se evaluaron los helados con diferentes proporciones de nuestras variables independientes para determinar cuál de ellos tiene la mayor aceptabilidad por la población. Para la determinación de la aceptabilidad del helado se realizó mediante el método experimental, pues se realizaron pruebas con diferentes tratamientos en cuanto a las variables independientes y se sometieron a una evaluación sensorial, este último a través de panelistas semi – entrenados. Se empleó dos diseños estadísticos Box Behnken

(Gómez *et al*, 2006) para optimizar las tres variables independientes y el análisis de varianza para determinar la mejor muestra en cuanto a su aceptabilidad del helado tipo crema de vainilla.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar la concentración óptima de sólidos para la aceptabilidad del helado tipo crema de vainilla en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis sensorial en cuanto al color, olor, sabor y textura del helado tipo crema de vainilla.
- Determinar la mezcla óptima de leche en polvo, azúcar y grasa en la elaboración del helado tipo crema de vainilla.
- Determinar el índice de derretimiento del helado tipo crema de vainilla.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. DEFINICION DEL HELADO

Son preparaciones alimenticias que han sido llevadas al estado sólido, semisólido o pastoso por una congelación simultánea o posterior a la mezcla de las materias primas puestas en producción y que han de mantener el grado de plasticidad y congelación suficiente hasta el momento de su venta al consumidor (Muñoz, 2006).

3.2. CLASIFICACIÓN DE HELADOS

Norma Técnica Peruana (ITINTEC, 1975), clasifica a los helados:

3.2.1. Helado de crema: Producto obtenido por la congelación de una mezcla pasteurizada de leche, nata y azúcar (sacarosa) aromatizada en condiciones definidas con frutas, jugos de frutas o de un aroma natural autorizado.

3.2.2. Helado de leche: es aquel que tiene un alto contenido de grasa de leche, predominando una mayor cantidad de sólidos de leche no grasos. Producto que, contiene en masa como mínimo un 2,5% de materia grasa

exclusivamente de origen lácteo y como mínimo un 6% de extracto seco magro lácteo.

3.2.3. Helados de agua: elaborado con agua, azúcar, esencias certificados o jugos de frutas y en algunos casos, glucosa y espesantes. Producto que contiene en masa como mínimo un 12% de extracto seco total.

3.3. VALOR NUTRICIONAL DEL HELADO

Los helados están considerados como una fuente de proteínas de alto valor biológico, vitaminas de todos los tipos, energía calórica proveniente de los carbohidratos, lípidos, sales minerales diversas (Clarke, 2004).

En el cuadro 1 muestra análisis nutrimental de 100 ml de una porción de helado.

Cuadro 1. Análisis nutricional del helado.

Ingredientes	g /100 ml
Carbohidratos	14
Azúcares	13,5
Grasas totales	7-8
Grasa saturada	5
Proteínas	1.8
fibra	0.5
Sales minerales	0,6 – 1,0
Vitaminas	5,1 – 39,30 mg/l
Energía	141,8 Kcal.

Fuente: (Clarke & Mahuat, 2004)

Los helados tienen de un 0,6 a un 1,0% de sales minerales, procedentes en su mayoría de la leche en polvo, suero de leche en polvo y otras materias primas tales como frutas, zumos de frutas, etc. ver cuadro 2 (Madrid y Cenzano, 2003).

Cuadro 2. contenido de sales en el helado

Mineral	mg/100 g de helado
Calcio	80 – 138
Fósforo	45 – 150
Magnesio	10 – 20
Hierro	0,05 – 2
Cloro	30 – 205
Sodio	50 – 180
Potasio	60 – 175

Fuente: (Madrid & Cenzano, 2003).

El cuadro 3 muestra la cantidad de algunas vitaminas presentes en un litro de leche y en un litro de helado. Un litro de helado es más rico en vitaminas que un litro de leche, ello es debido a que el helado, además de leche lleva otros ingredientes que aportan un contenido vitamínico importante (Madrid y Cenzano, 2003).

Cuadro 3. Vitaminas presentes en leche y helados

Vitamina	Leche (mg/l)	Helados (mg/l)
A	0,2 – 1	0,2 – 1,3
B1	0,4	0,2 – 0,7
B2	1,7	1,7 – 2,3
C	5 – 20	3 – 35
D	0,002	0,002

Fuente: (Madrid & Cenzano, 2003).

3.4. SÓLIDOS TOTALES

Aumentan la viscosidad y resistencia al derretimiento, pero al mismo tiempo bajan el punto de congelación del producto dentro de los sólidos tenemos el azúcar, leche en polvo, grasa (mantequilla), CMC, carragenina, glucosa, etc.

3.4.1. AZÚCAR

Sirve para influir sobre la disminución del punto de congelación, la suavidad del producto, la resistencia de descongelación, en la sensación del derretimiento y el sabor del helado (Morales, 2011). Los azúcares dan al

helado el sabor dulce que esperan los consumidores. Cuando su concentración es la óptima, generalmente del 14 al 16% contribuyen al rico y delicado sabor que presenta un buen producto. En excesiva cantidad, enmascaran el sabor, descienden considerablemente el punto de congelación y hacen al helado pegajoso y pesado (ITDG, 2010).

3.4.2. LECHE EN POLVO

Nos proporciona principalmente proteínas lácteas y lactosa. Las proteínas lácteas nos van a proporcionar nutrientes, y la lactosa va a absorber agua libre que tenemos en el helado; consecuentemente, vamos a tener menos agua. Con lo cual vamos a tener menos cristalización del agua. Tendremos un helado con más cuerpo. (Gelatsgaliana)

3.4.3. GRASA

Se saca de la leche entera, le da textura al helado y mejor sabor, este producto es generado por otra empresa. Otras opciones son: grasa vegetal y grasa láctea anhidra (Morales, 2011).

La grasa de origen lácteo es la grasa más utilizada por tener el perfil adecuado para derretirse en la boca, proporciona al helado la textura suave y cremosa además de dar el sabor lácteo (Clarke, 2004).

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

3.5. PRINCIPALES PARÁMETROS DE CALIDAD DEL HELADO

Existen distintos elementos que participan en la calidad del helado, las propiedades reológicas de la fase acuosa; la reología del helado es muy compleja: depende del número, el tamaño y la forma del hielo suspendido, las partículas de la grasa y el aire, la concentración de los azúcares, las proteínas y los polisacáridos y la temperatura. Otros factores también pueden tener efectos, la mayor parte de estos factores cambian perceptiblemente durante el proceso de fabricación. (Clarke, 2004).

3.5.1. ÍNDICE DE DERRETIMIENTO

La tasa de derretimiento en los helados es un parámetro que está relacionado con el aireamiento, ya que suele ser menor el tiempo a medida que disminuye el porcentaje de aire incorporado (Sofjan y Hartel, 2004).

Es la capacidad de helado que se funde en un determinado tiempo por la acción de la temperatura ambiental a partir de una masa inicial de helado de un determinado peso o un determinado volumen. Se determina la cantidad de helado que cae en un beaker, al colocar sobre una malla estándar de 20.00 x 10.00 cm. Con orificios cuadrados de 3.00 mm de lado, soportado e una marco de madera, en un tiempo fijo, desde el momento que cae la primera gota, hasta la hora de derretimiento, a temperatura ambiente (Posada, 2009).

3.5.2. TEXTURA

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

Una de las características a tener en cuenta para definir la calidad del helado es que tenga la textura apropiada, sobre todo cuando se percibe con la boca (soto, 2006).

3.6. ACEPTABILIDAD

Índice de conformidad que sugiere el panelista, se puede realizar mediante una escala hedónica. Se puede determinar mediante parámetros fisicoquímicos como el color, olor, sabor y textura; también con parámetros funcionales como el índice de derretimiento (Ramírez, 2015).

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. MATERIALES

4.1.1. Materiales de vidrio

- Lactodensímetro
- Probeta
- Pipeta
- Termómetro
- Tamiz
- Vaso de precipitación
- Jarra graduada

- baldes graduados(15) de 1/2lt
- matraz

4.1.2. Materiales químicos

- Agua destilada
- Solución de fenolftaleína al 1%
- NaOH (0,1 N).

4.1.3. Insumos

- Leche fresca entera de vaca
- Leche en polvo
- Grasa (margarina)
- Azúcar
- CMC (carboximetil celulosa)
- Carragenina
- Glucosa

4.1.4. Materiales de oficina

- Laptop
- Impresora
- Cámara digital
- Papel bond 80gr A4
- Calculadora
- Corrector
- Plumón indeleble
- Lapicero punta fina N° 32
- Color azul y negro
- Cuaderno A4
- Lápiz 2B
- USB 8GB
- CDs
- Sobre manila A4
- Cinta masketin
- Regla

4.1.5. Otros materiales

- Recipientes de plásticos
- Cocina a gas
- Ollas

- espátulas

4.1.6. Equipos

- Balanza digital
- Balanza (capacidad 50 kg)
- Equipo de titulación
- Máquina heladera
- Cocina industrial
- Licuadora industrial
- Cámara frigorífica
- Congeladora

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Modalidad de la investigación

La presente investigación es cuali-cuantitativa ya que maneja descripción de cualidades del producto y medición de algunas características del mismo.

Se manejó variables independientes como azúcar, leche en polvo y grasa; y variables respuestas como índice de derretimiento y aceptabilidad mediante un análisis organoléptico (color, olor, sabor y textura).

4.2.2. Tipo de investigación

Es aplicada ya que pretende resolver la problemática de la falta de aceptabilidad por parte de los clientes de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza frente al helado tipo crema de vainilla.

La investigación está orientada a generar un nuevo conocimiento que permitirá mejorar la aceptabilidad del helado que se comercializa actualmente la planta piloto agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

4.2.3. Población, muestra y muestreo de la investigación

Para determinar la aceptabilidad del helado tipo crema de vainilla, se consideró como población sólo a los estudiantes matriculados en el semestre académico 2016-II de la escuela profesional de Ingeniería

Agroindustrial que suman 224 estudiantes, de esta población se extrajo el 10% como muestra que son 22 estudiantes.

4.2.4. Métodos, técnicas e instrumentos y procedimientos utilizados

Cuenta con una investigación de carácter experimental ya que observa y enfrenta el problema mediante la experimentación, donde se desarrolló diferentes pruebas y control en el proceso para determinar la cantidad óptima de sólidos (azúcar, leche en polvo y grasa) y mejorar su aceptabilidad en el helado tipo crema de vainilla.

Se elaboró 15 tratamientos de helado siguiendo el diseño box behnken y se le brindó a los 22 panelistas semientrenados que aplicaron la técnica de la evaluación sensorial mediante un formato de escala hedónica.

Se utilizó el formato de escala hedónica para la evaluación organoléptica, el software Statgraphics XVI.II para encontrar el mejor tratamiento además se realizó un análisis de varianza (ANVA) de cada una de las variables en estudio y se utilizó el método de comparaciones múltiples de medias LSD de Fisher para la comparación de medias y determinación del mejor tratamiento en cada parámetro.

4.2.5. Material biológico

Se utilizó 15 litros de leche fresca entera de vaca, proveniente del módulo de crianza y extracción de leche de ganado vacuno de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, el cual suministra de leche fresca a la planta piloto agroindustrial de dicha Universidad; este material biológico se conservó en cámara de frío a 3°C para su posterior uso en la elaboración del helado.

4.2.6. Análisis fisicoquímico de la leche

Se midió aproximadamente 20 ml de leche en un vaso precipitado de 50 ml, para los siguientes análisis.

4.2.6.1. pH: Se determinó con un pH-metro, la cual mide el potencial de hidrógeno.

4.2.6.2. Densidad: Se colocó la leche en una probeta de 500 ml, luego se utilizó un lactodensímetro calibrado sobre la leche.

4.2.6.3. Acidez: se utilizó un equipo de titulación, la cual contiene NaOH al 0,1 N como Base, se utilizó también fenolftaleína como indicador, el resultado se expresó en términos de ácido láctico (%) porque se encuentra en mayor proporción en la leche.

4.2.6.4. °brix: se determinó colocando de 2 a 3 gotas en la luna de refractómetro.

4.2.7. Variables de estudio

- Análisis sensorial de los tratamientos: color, olor, sabor y textura.
- Variable dependiente: aceptabilidad.
- Variables independientes: concentraciones de azúcar, leche en polvo y grasa.

4.2.8. Análisis estadístico

El diseño estadístico de box – behnken contribuyó a evaluar diferentes formulaciones de extracto seco con respecto a su efecto sobre la calidad y aceptabilidad del helado tipo crema de vainilla, con la finalidad de optimizar nuestras variables independientes (azúcar, leche en polvo y grasa).

Cuadro 4. Valor de las variables independientes evaluadas con el diseño estadístico de box – behnken

Valor	Azúcar %	Leche en polvo %	Grasa%
Alto (+)	35	3	10
Medio (0)	30	2	8
Bajo (-)	25	1	5

Fuente: elaboración propia, según (ITINTEC, 1975)

4.2.8.1. Concentraciones de azúcar, leche en polvo y grasa, utilizando el diseño Box Behnken

Para las proporciones de cada tratamiento de los sólidos (azúcar, leche en polvo y grasa) se hizo combinando diferentes porcentajes, la cual se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Diseño estadístico de box – behnken para evaluar las tres variables independientes.

Número experimento	Variables independientes					
	A		B		C	
1	-	25%	-	1%	0	8%
2	-	25%	+	3%	0	8%
3	+	35%	-	1%	0	8%
4	+	35%	+	3%	0	8%
5	-	25%	0	2%	-	5%
6	-	25%	0	2%	+	10%
7	+	35%	0	2%	-	5%
8	+	35%	0	2%	+	10%
9	0	30%	-	1%	-	5%
10	0	30%	-	1%	+	10%
11	0	30%	+	3%	-	5%
12	0	30%	+	3%	+	10%
13	0	30%	0	2%	0	8%
14	0	30%	0	2%	0	8%
15	0	30%	0	2%	0	8%

Fuente: elaboración propia.

Se identificó como factor A (azúcar), B (leche en polvo) y C (grasa).

4.2.9. Elaboración del helado

4.2.9.1. Insumos

En el proceso de la elaboración del helado durante el estudio se utilizaron los siguientes insumos:

- a. Azúcar blanca:** fue adquirido en cantidades de acuerdo a los requerimientos específicos del diseño box behnquen.
- b. Grasa (margarina):** Este insumo se utilizó de marca Gloria con una cantidad de 120 g. aproximadamente por unidad.
- c. Leche en polvo entera instantánea:** fue obtenido en una caja que contenía 12 unidades de leche en polvo en bolsas, con un peso de 20 g. por unidad.
- d. Glucosa:** la compra de ese producto se realizó en un centro comercial de ventas de materiales e insumos agroindustriales, fue en un envase de medio Kg.
- e. Estabilizantes (CMC y carragenina):** al igual e la glucosa se obtuvo en el mismo centro comercial. Se compró en polvo y en bolsa de plástico (polipropileno) en presentaciones de 1kg. y 1/2kg. respectivamente.

4.2.9.2. Dosificación

En una balanza analítica se pesó los insumos de acuerdo a las formulaciones establecidas que se describen en el cuadro 5.

4.2.9.3. Mezcla y homogenizado

Se utilizó una olla de aluminio conteniendo leche sobre una cocina industrial a gas, en esta etapa se procedió a mezclar la leche fresca de vaca con los insumos, se fue añadiendo a diferentes temperaturas : la leche en polvo, la margarina y la glucosa se agregaron a una temperatura de 35°C, mientras que la azúcar ,el CMC y la carragenina se agregaron a 72°C.

4.2.9.4. Pasteurizado: al terminar el proceso de homogenización se llevó a un tratamiento térmico alcanzando una temperatura de 85°C x 5 min.

4.2.9.5. Enfriado: En esta operación la mezcla pasteurizada se dejó enfriar a una temperatura de 10°C x 10 min. Y cada mezcla se trasladó en diferentes baldes de plástico de 2 L. de volumen previamente rotulado y tapados, para luego ser almacenados en la cámara de frío.

4.2.9.6. Maduración: Se realizó en la cámara de frío de la planta piloto agroindustrial, conservando los baldes a una temperatura de 4°C durante 24 horas.

4.2.9.7. Licuado: Después de la maduración se procedió a licuar cada mezcla durante 5 minutos, en una licuadora industrial, con el objetivo de aumentar su volumen.

4.2.9.8. Batido y congelación parcial: La mezcla licuada se trasladó a una maquina heladera con capacidad de 5 L. Posteriormente se batió por un tiempo de 20 min. con una temperatura de 0 a -5 °C. A los 10 minutos de batido se agregó 0,1 ml de esencia de vainilla a cada muestra.

4.2.9.9. Envasado: la mezcla batida se trasladó en diferentes baldes de plástico de 2 L. de volumen previamente tapados, para su posterior almacenamiento.

4.2.9.10. Almacenamiento: Los helados envasados en baldes se almacenó en una congeladora, con el objetivo de mantener la cadena de frío, considerando una temperatura de conservación de -15 °C.

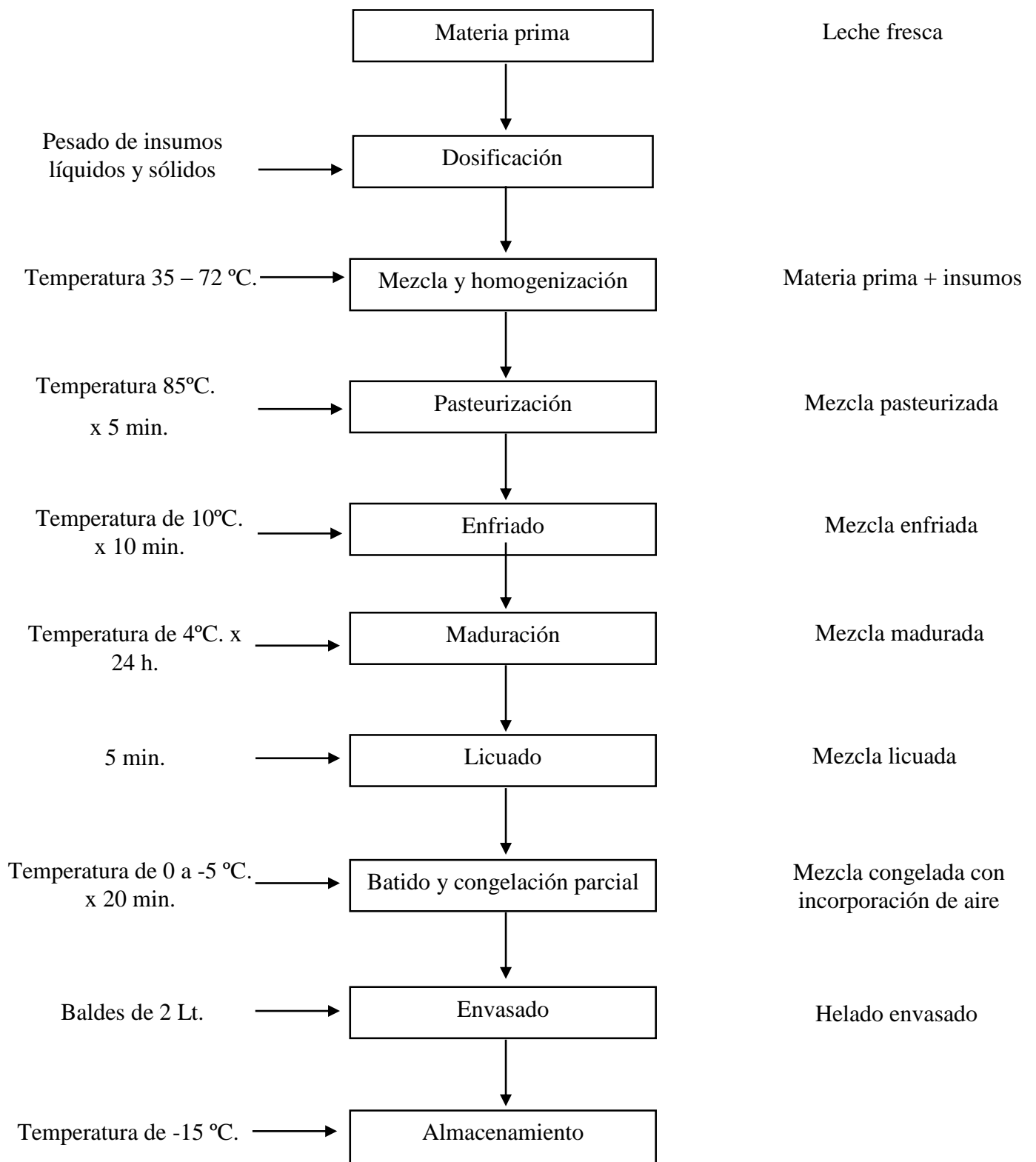


Figura 1. Flujograma de la elaboración de helado tipo crema de vainilla.

Fuente: elaboración propia.

4.2.10. Determinación del índice de derretimiento cuantitativo

Con este método se determinó la masa derretida del helado en un tiempo estándar. Para este proceso se fabricó un equipo especializado para determinar el índice de derretimiento de un helado. Se desarrolló de la siguiente manera:

- Se pesó 15 envases donde serían depositados las muestras de helado al derretirse (P1).
- Se taró un vaso de mica en la cual se puso las muestras de helado con una cuchara heladera.
- Se pesó cada muestra que se depositaba en el vaso de mica (P2).
- Se colocó cada muestra en el equipo según la codificación que correspondía.
- Se controló un tiempo estándar de 20 minutos desde la caída de la primera gota en cada muestra.
- Se pesó los 15 envases que estaban en la parte inferior del equipo con el contenido del helado derretido (P3).
- Se determinó el porcentaje de derretimiento en la siguiente ecuación:

$$\%derretimiento = \left(\frac{P3 - P1}{P2} \right) X 100$$

4.2.11. Análisis sensorial

Para este análisis se utilizó la prueba descriptiva de la encuesta hedónica, para determinar la variable dependiente (aceptación), utilizando 22 panelistas semientrenados que evaluaron los 15 tratamientos.

- Se colocó en vasos de tecnopor 60 g. de helado, con la ayuda de la cuchara heladera.
- Se llevó las muestras para su evaluación en la mesa de degustación.
- Se explicó a los panelistas el formato de la encuesta hedónica.
- Los panelistas degustaron los 15 tratamientos y llenaron los formatos correspondientes.

4.2.12. Evaluación sensorial

Durante esta evaluación, para determinar la aceptabilidad del helado, intervinieron 22 panelistas semientrenados para evaluar las diferentes concentraciones de nuestras variables independientes mediante el formato de la encuesta hedónica.

4.2.13. Análisis de varianza (ANVA)

Los datos del formato de la encuesta hedónica de las muestras del helado fueron sometidos al software estadístico Statgraphics XVI.II, para determinar la mejor aceptabilidad de los 15 tratamientos de helado.

4.2.14. Comparaciones de medias

Para comparar las medias, se utilizó el método 95.0 LSD de Fisher, con un nivel de significancia del 5%, y un nivel de confianza del 95%.

V. RESULTADOS

5.1. Análisis fisicoquímico de la leche cruda entera.

**Cuadro 6: Análisis fisicoquímico de la leche cruda
Materia prima: leche fresca de vaca**

°Dornic	pH	Densidad (g/cm ³)	° brix
17	6,6	1,030	10,5

Fuente: elaboración propia

5.2. Valores obtenidos de las variables respuestas del helado de leche tipo crema de vainilla.

En base a los valores de concentración de azúcar, leche en polvo y grasa, se determinó los valores analizados aplicando el diseño de box – behnken y se sometió al software estadístico Statgraphics XVI.II para determinar las medias de cada variable respuesta con un nivel de confianza del 95.0 % según se indica en el cuadro 7.

Cuadro 7. Resultados de las variables respuestas

Tratamiento	Variables independientes			Variable respuesta				
				Aceptabilidad (x)				
	azúcar	Leche en polvo	grasa	color	olor	sabor	textura	Índice de derretimiento
A	B	C	x1	x2	x3	x4	x5	
1	250	10	80	3.81818	2.77273	4.09091	4.31818	7.9
2	250	30	80	3.90909	3.13636	3.72727	4.13636	6.2
3	350	10	80	3.54545	3.13636	3.27273	4.27273	11.1
4	350	30	80	3.81818	3.04545	3.36364	4.54545	23.4
5	250	20	50	3.68182	2.77273	3.40909	4.18182	12.3
6	250	20	100	4.0	2.54545	3.09091	3.77273	2.9
7	350	20	50	3.90909	2.68182	3.40909	4.36364	7.4
8	350	20	100	3.68182	2.5	3.40909	4.86364	7.4
9	300	10	50	3.22727	2.54545	3.54545	4.13636	13
10	300	10	100	3.86364	3.40909	3.72727	3.95455	4
11	300	10	50	3.77273	3.18182	3.5	4.31818	12.6
12	300	30	100	3.54545	3.90909	4.0	4.77273	2.8
13	300	20	80	3.90909	3.18182	3.86364	4.68182	15.3
14	300	20	80	3.90909	3.40909	3.63636	4.31818	11.3
15	300	20	80	3.90909	3.40909	3.31818	4.22727	17.2

Fuente: elaboración propia

5.2.1 Variables independientes

Factor A: azúcar

Factor B: leche en polvo

Factor C: grasa

5.2.2 Variable respuesta

Aceptabilidad (x)

x1: Color

x2: Olor

x3: Sabor

x4: textura

x5: índice de derretimiento

5.3. Resultados de las proporciones de cada variable independiente

Las cantidades de cada variable están dadas en función a 1000 ml de leche, y sus niveles

Cuadro 8. Niveles de las variables independientes

Valor (niveles)	Azúcar (g)	Leche en polvo(g)	Grasa (g)
Alto(+)	350	30	100
Medio(0)	300	20	80
Bajo(-)	250	10	50

Fuente: elaboración propia

5.4. Resultados de la cantidad de materia prima e insumos

La cantidad de cada insumo está dada en función a 1000 ml de leche cruda y al porcentaje estandarizado (CMC 0,4%; glucosa 2,5% y carragenina 0,3%). Cabe recalcar que cada peso es constante para todos los tratamientos.

Cuadro 9. Proporción de cada insumo

Materia prima (ml)	insumos		
	CMC (g)	Glucosa (g)	Carragenina (g)
1000	4	25	3

Fuente: elaboración propia

5.5. Aplicación del diseño box- behnken

Las variables a optimizar fueron azúcar, leche en polvo y grasa, y se usó este diseño estadístico que nos permitió determinar las concentraciones de cada variable independiente por tratamiento; con los resultados obtenidos por parte de los panelistas se procedió a realizar un análisis en el software estadístico Statgraphics XVI.II para determinar el mejor tratamiento en las variables respuesta (color, olor, sabor e índice de derretimiento).

5.6. Aplicación del software estadístico Statgraphics XVI.II

Este software nos permitió obtener el análisis de varianza (anova simple) de cada tratamiento, comparaciones múltiples y sus respectivos gráficos.

Este procedimiento ejecutó un análisis de varianza de un factor para aceptabilidad. En base a las medias de cada variable respuesta se realizó un nuevo ANOVA para

obtener pruebas y gráficas para comparar los valores medios de aceptabilidad para los 15 diferentes niveles de tratamientos.

Cuadro 10. Resumen Estadístico para aceptabilidad

<i>tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
1	4	3.75	0.682826	18.2087%	2.77273	4.31818
2	4	3.72727	0.428014	11.4833%	3.13636	4.13636
3	4	3.55682	0.506672	14.2451%	3.13636	4.27273
4	4	3.69318	0.650677	17.6183%	3.04545	4.54545
5	4	3.51137	0.587255	16.7244%	2.77273	4.18182
6	4	3.35227	0.662221	19.7544%	2.54545	4.0
7	4	3.59091	0.720614	20.0677%	2.68182	4.36364
8	4	3.61364	0.97454	26.9684%	2.5	4.86364
9	4	3.36363	0.662868	19.7069%	2.54545	4.13636
10	4	3.73864	0.238729	6.38545%	3.40909	3.95455
11	4	3.69318	0.481581	13.0397%	3.18182	4.31818
12	4	4.05682	0.5161	12.7218%	3.54545	4.77273
13	4	3.90909	0.613215	15.6869%	3.18182	4.68182
14	4	3.81818	0.391015	10.2409%	3.40909	4.31818
15	4	3.71591	0.428616	11.5346%	3.31818	4.22727
Total	60	3.67273	0.549599	14.9643%	2.5	4.86364

El cuadro 11 muestra la media de aceptabilidad para cada nivel de tratamientos. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. El error estándar es el resultado de dividir la desviación estándar mancomunada entre el número de observaciones en cada nivel. El cuadro también muestra un intervalo alrededor de cada media.

Cuadro 11. Medias para aceptabilidad por tratamientos con intervalos de confianza del 95.0%

<i>tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
1	4	3.75	0.296908	3.32715	4.17285
2	4	3.72727	0.296908	3.30442	4.15012
3	4	3.55682	0.296908	3.13396	3.97967
4	4	3.69318	0.296908	3.27033	4.11603
5	4	3.51137	0.296908	3.08851	3.93422
6	4	3.35227	0.296908	2.92942	3.77513
7	4	3.59091	0.296908	3.16806	4.01376
8	4	3.61364	0.296908	3.19078	4.03649
9	4	3.36363	0.296908	2.94078	3.78649
10	4	3.73864	0.296908	3.31578	4.16149
11	4	3.69318	0.296908	3.27033	4.11604
12	4	4.05682	0.296908	3.63396	4.47967
13	4	3.90909	0.296908	3.48624	4.33195
14	4	3.81818	0.296908	3.39533	4.24103
15	4	3.71591	0.296908	3.29305	4.13876
Total	60	3.67273			

Fuente: ANOVA.

Medias y 95.0% de Fisher LSD

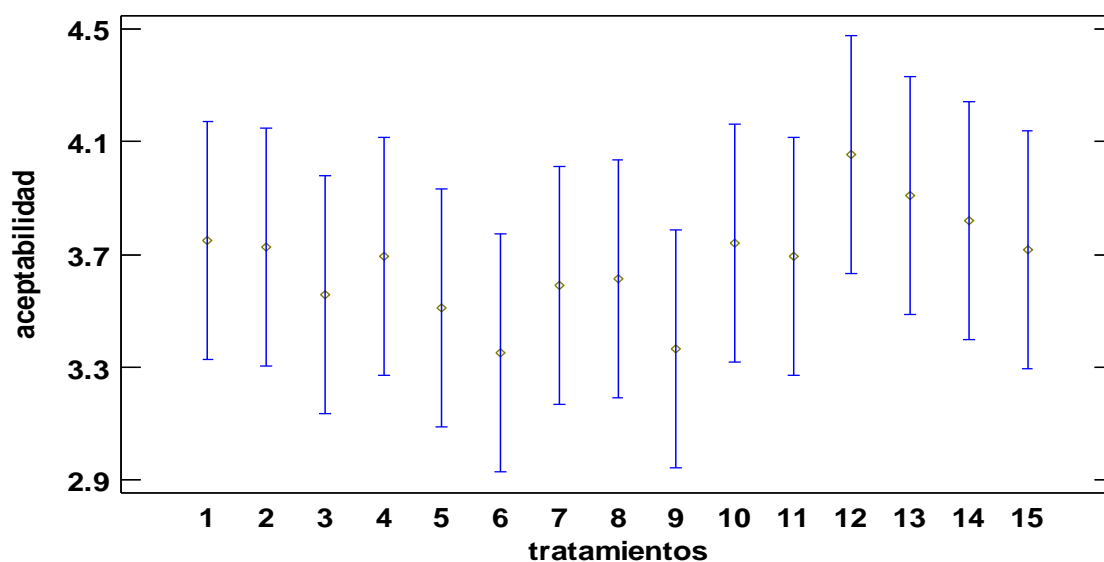


Figura 2. Gráfica de intervalos basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

Donde sus intervalos se traslaparán un 95.0% de las veces, esto quiere decir que no existe diferencia significativa de los tratamientos analizados.

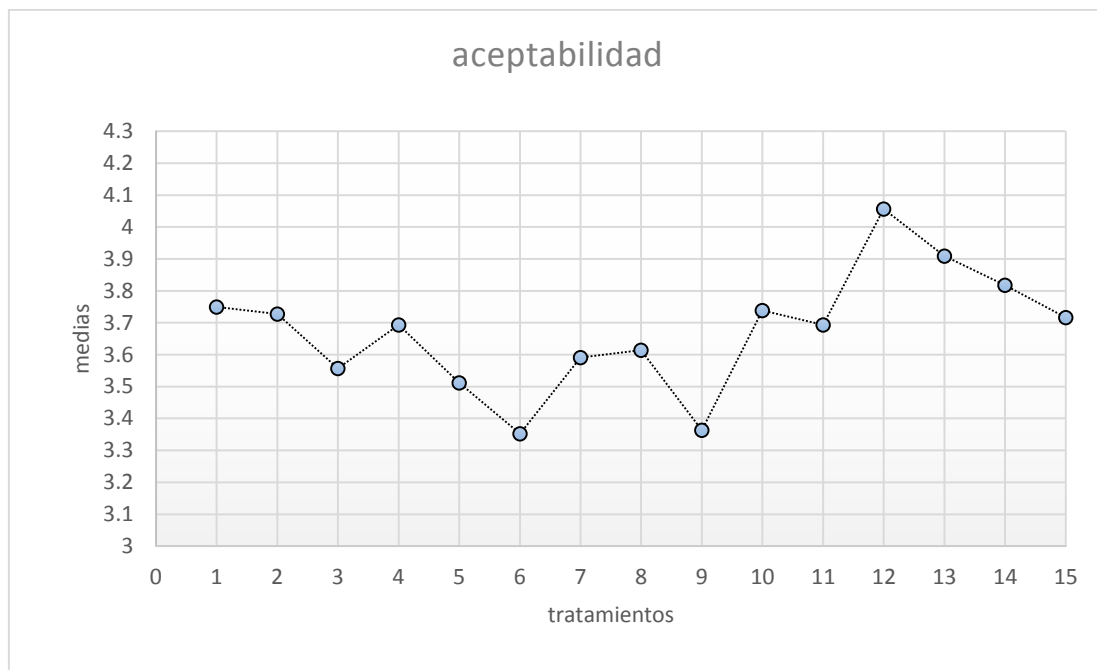


Figura 3. Gráfica de estimación del mejor tratamiento en el helado tipo crema de vainilla

Los resultados obtenidos de las medias de color, olor, sabor y textura por cada tratamiento, la cual se determinó el tratamiento de mejor aceptación por los panelistas encuestados.

5.7. Resultados del porcentaje del índice de derretimiento de los 15 tratamientos

Cuadro 12. Porcentaje de derretimiento

Porcentaje de derretimiento				
tratamientos	peso1(p1)	peso2(p2)	peso3(p3)	$((p3-p1)/p2)*100$
t1	12.64	115.74	21.81	7.9
t2	10.95	136.9	19.46	6.2
t3	10.65	101.66	21.92	11.1
t4	10.83	99.76	34.13	23.4
t5	11.47	124.04	26.69	12.3
t6	10.27	117.2	13.49	2.7
t7	10.55	142.31	21.04	7.4
t8	12.33	177.844	25.43	7.4
t9	11.05	151.06	30.65	13
t10	9.77	155.92	15.98	4
t11	8.93	74.63	18.3	12.6
t12	8.74	286.37	16.8	2.8
t13	9.02	90	22.81	15.3
t14	8.78	98.75	19.94	11.3
t15	8.69	81.56	22.74	17.2

Fuente: elaboración propia.

5.8. Estimación del mejor porcentaje de derretimiento en el helado tipo crema de vainilla.

Se determinó el mejor tratamiento en cuanto al porcentaje de índice de derretimiento, se muestra en el siguiente gráfico.

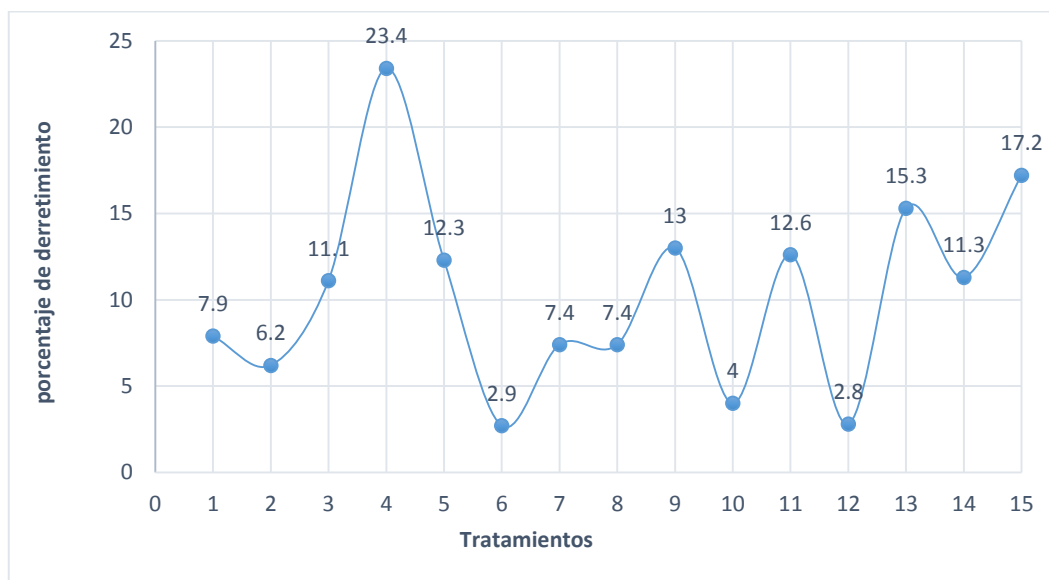


Figura 4. Estimación del mejor porcentaje de derretimiento.

VI. DISCUSIÓN

El análisis de ciertas características físicas y químicas permite tener una idea general de la calidad de la leche a utilizar en los procesos de manufactura. (Doyle et al., 2001).

Todas las materias primas utilizadas para la elaboración del producto deben cumplir con ciertos estándares definidos en las especificaciones para mantener un buen control de calidad que se vea reflejado en el producto terminado (Adriana, 2008). En este trabajo de investigación se tomó en consideración aspectos como la procedencia de cada materia prima e insumos y la realización de análisis fisicoquímicos, de esta manera, las muestras de leche presentaron una composición dentro de los rangos normales de calidad, lo cual las hace propicias para el procesamiento de helados.

En la presente investigación se determinó la aceptabilidad de cada una de las variables respuestas (color, olor, sabor, textura e índice de derretimiento) variando concentraciones en la formulación en cuanto a azúcar, leche en polvo y grasa como variables independientes, las demás concentraciones de los insumos fueron constantes. Los tratamientos con mayor concentración de grasa y leche en polvo obtuvieron una mayor aceptabilidad en este trabajo de investigación. Según (Clarke C. , 2004), hicieron pruebas en contenido de grasa con estos porcentajes 8%,10% y 15 %, y afirmaron que cuanto mayor es el contenido en grasa y sus contenidos de sólidos grasos en los helados, se derrite más lentamente por la fusión parcial de los ácidos grasos presentes en las grasa

La incorporación de aire es fundamental para conseguir una textura adecuada, se lleva a cabo mediante el batido y la congelación simultánea de la mixtura de helado (Madrid A., 1992). En este proyecto se tomó en consideración utilizar una máquina heladera que batía y congelaba simultáneamente, para de esa manera obtener un helado con una textura adecuada.

La literatura señala que helados con porcentajes bajos de aireamiento tienen una menor resistencia al derretimiento que los helados con altos porcentajes de incorporación de aire (Muse y Hartel, 2004; López et al., 2010). El aire ocluido en el interior de la matriz de un helado actúa como una barrera aislante ante la transmisión del calor desde el exterior, de manera que retarda el proceso de derretimiento del helado (Segura, 2011). En este mismo sentido, autores como Sofjan y Hartel (2004) reportaron tasas de derretimiento más altas en helados con un 80% de aire incorporado cuando se compararon con otros que presentaron un aireamiento de 100-120%; ante esta información podemos deducir que el tratamiento que actúa mejor con estas características de mayor aireamiento y alta resistencia de derretimiento es el tratamiento 12, por lo contrario el tratamiento 4 tiene un alto porcentaje de derretimiento derivando a un porcentaje bajo de aireamiento(figura 4).

Entre los componentes del helado, la grasa es la que más se asocia con una textura deseable (Lim, 2008). La grasa ayudó a la mezcla a aumentar su viscosidad, esto permitió atrapar más aire durante el batido, por lo que se obtuvo un helado más suave, en especial con aquellos tratamientos donde se utilizó el mayor porcentaje de grasa.

Los contenidos de grasa y sólidos usualmente se asocian con la calidad que tendrán los derivados lácteos, principalmente en lo que a textura se refiere (Chacón, 2008).

El tiempo normal en el que una persona consume un helado es de aproximadamente 30 min, por tal razón se considera este dato del porcentaje de derretimiento como un parámetro importante en el análisis. Se aprecia que a mayor concentración en sólidos totales disminuye el porcentaje de derretimiento. La curva más baja de grasas corresponde a la concentración de 9% esto indica que la velocidad de derretimiento para esta curva es menor, por el contrario la curva superior representa la muestra que presenta una mayor velocidad de derretimiento (Rengifo y Rubiano, 2015). Al estudiar estadísticamente los resultados obtenidos el tratamiento 12 presentó menor porcentaje de derretimiento se evidenció que las concentraciones de sólidos totales de dicho tratamiento fueron de 3 % de leche en polvo, 10% de grasa y 30 % de azúcar.

(Posada *et al.* 2012) en su trabajo de evaluación de sólidos sobre las propiedades de calidad en mezclas para helado duro, evidenció que a medida que se aumenta el nivel de concentración de grasas en mezclas de helados, se retarda el tiempo de caída de la primera gota que está directamente correlacionado con un menor porcentaje de derretimiento. Al aumentar la concentración de grasas se aumenta la cantidad de sólidos en la mezcla y estos ayudan a disminuir el derretimiento y la caída de primera gota como lo explican Lopez y Sepulveda [2012]. En el estudio del grado de goteo se admite una tolerancia de ± 15 segundos [Geyer, 1989]. Según los resultados, el tratamiento 12 indica las mayores concentraciones de grasa y leche en polvo a comparación de los demás tratamientos, entonces se puede corroborar la literatura antes mencionada.

El análisis discriminativo que se empleó para la evaluación sensorial de los tratamientos permitió conocer la aceptabilidad del producto en cada variable de estudio; según (Barde, 2011), dice que se hace un juicio global de los tratamientos y se emite un criterio, por ejemplo, ante una muestra A y una B, se pregunta cuál es la más dulce, la respuesta de cada evaluador sensorial dará a conocer claramente que la muestra A fue la más dulce que la B, y ello permitirá priorizar las mejores muestras y ofertar el mejor producto de los sometidos para el estudio. Este método empleado para la evaluación sensorial de los tratamientos fue el más apropiado, ya que no solo nos dio como resultado el mejor tratamiento sino que nos permitió estandarizar.

Según (Gael, 2017), el helado ideal es el que tiene el sabor agradable y característico, posee una textura suave uniforme, las propiedades de fusión adecuadas, junto a un color apropiado, bajo contenido bacteriano y con un envase atractivo, con la aplicación de un análisis sensorial discriminativo de las muestras. Los panelistas decidieron que el tratamiento 12 es el más aceptado, por tener un agradable sabor y buen olor, además de un bajo porcentaje de derretimiento.

Los datos procesados arrojan los resultados óptimos del diseño de box – behnken permitiendo considerar que la siguiente formulación fue la más cercana de los experimentos realizados, cuando se trabajó empleando una concentración de 2 gramos de CMC, 1,5 gramos de gelatina y 2 gramos de carragenina por cada Kg de mezcla reportando valores en viscosidad 12700 cp., derretimiento 40% y overrun 74,4 %, la misma que presentó una diferencia estadística significativa calificada como una de las mejores en textura del producto por los panelistas (Peláez y Vásquez, 2014). En nuestro proyecto estos insumos son constantes con sus respectivos porcentajes.

Según Early, R. (1998), para obtener un mix (una mezcla) bien equilibrada es esencial calcular el porcentaje de sólidos lácteos no grasos (SNG) a utilizar. Esto se hace restando de 100 el porcentaje de grasas, azúcar y estabilizantes que se quiera utilizar, y multiplicando lo que quede por 0,15. Por ejemplo, para producir un helado de crema con un 10 % en peso de grasa, 15,5 % en peso de azúcar y 0,5 % en peso de estabilizantes, el porcentaje en peso de SNG que se necesita vendrá dado por el siguiente cálculo: $(100 - 10 - 15,5 - 0,5) \times 0,15 = 11,1\%$ en peso de SNG. Cuando se conoce la cantidad de SNG, entonces el contenido total de materia seca (MS) del mix está fijado. Así: $11,1 \text{ SNG} + 10 + 15,5 + 0,5 = 37,1 \text{ MS}$. Luego se calculará la cantidad de cada uno de los ingredientes a utilizar, tomando en cuenta sobre todo el aporte en SNG y Grasa de los ingredientes lácteos. El método que utilizamos es variar las concentraciones de sólidos ya establecidos en la planta piloto agroindustrial que es de 30% de azúcar, 2% de leche en polvo y 8% de grasa para obtener una mejor aceptabilidad por los panelistas.

VII. CONCLUSIONES

- Las muestras con mejores características sensoriales con respecto al color es el T6; al olor es el T12; al sabor es el T12 y a la textura es el T8.
- Variando las concentraciones de sólidos ya establecidos en la planta piloto agroindustrial que es de 30% de azúcar, 2% de leche en polvo y 8% de grasa para obtener una mejor aceptabilidad por los panelistas se logró determinar que la mezcla óptima de los sólidos totales analizados en cuanto al azúcar es de 300 gramos (30%); 30 gramos de leche en polvo (3%) y de grasa 100 gramos. (10%), concentración en base de 1000 ml. de leche de vaca.
- Se determinó que el tratamiento 12 tiene el mejor porcentaje de derretimiento con un 2.8%, la cual representa una menor velocidad de derretimiento del helado tipo crema de vainilla de la planta piloto agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- El mejor tratamiento que los panelistas semientrenados escogieron como aceptable para su consumo es el 12 por tener un agradable sabor; buen olor, además de un bajo porcentaje de derretimiento.

VIII. RECOMENDACIONES

- A la planta piloto agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas y demás empresas de la región, adaptar la formulación de 300 g de azúcar (30%); 30 g de leche en polvo (3%) y de grasa 100 g (10%), concentración en base de 1000 ml. de leche de vaca, en la elaboración de helados de leche.
- Realizar un análisis fisicoquímico a la leche antes de procesar cualquier producto lácteo, ya que este es un punto crítico de control a tener en cuenta, la cual este determinará la calidad del helado y garantizará una seguridad alimentaria.
- Desarrollar trabajos de investigación a nivel industrial referente al helado tipo crema de leche mediante la aplicación de secuencia tecnológica de proceso y para la optimización de procesos el diseño box – behnken.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Adriana, L. (2008). *Manual de procedimientos para el desarrollo de un helado bajo en calorías*. Cuautitlan, México.
- Alejandra, D. (2011). *Diseño de control del proceso y propuesta para la reducción de la contaminación en la elaboración de helados a base de mezcla blanca comercial para la planta Foremost Dairies Guatemala S.A.* USCG. Guatemala.
- Barde, N. (16 de febrero de 2011). *Análisis sensorial de los alimentos*. Obtenido de www.biblioteca.org.ar/libros/210470.pdf.
- Chacón V., Pineda C., Jiménez G. (2008). *Características fisicoquímicas y sensoriales de helados de leche caprina y bovina con grasa vegetal* (vol. 27). México Df, México: Mesoamerican Agronomy.
- Clarke, C., & Mahuat, M. (2004). *The science of ice cream*. Cambridge: royal society of chemistry.
- David, B. (2008). *El diseño como factor de optimización del consumo de productos alimenticios*. UP. Buenos Aires, Argentina.
- Deysi, M. (2006). *Estandarización de los procesos de producción de los productos elaborados para los puntos de ventas de yogen fruz*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.
- Doyle, M., Beuchat, L., & Montville, M. (2001). *Microbiología de los alimentos: fundamentos y fronteras*. Zaragoza, España: Acribia.
- Early, R. (1998). *La tecnología de helados y sorbetes. Materias primas, formulación y elaboración*. España: Acribia.
- Gael, H. (16 de febrero de 2017). *Características de los helados*. Obtenido de www.heladosgael.com/gael/index2.php?option=com.do.
- Gelatsgaliana, S. (10 febrero del 2017). *Leche en polvo*. Obtenido de (<http://www.gelatsgaliana.com/lechepolvo.htm>).
- Geyer, J. (1989). *Métodos de análisis químicos y físicos. En: FRITZ. Fabricación de Helados*. Zaragoza, España: Acribia.

- Gomez, J., Gretel, G., & Batista, C. (2006). *Optimización de medios de cultivos para microorganismos, una valiosa estrategia para la producción de biopreparados de interés agrícola* (vol. 27). La Habana, Cuba: cultivos tropicales
- Huertas, R., Gómez, J., & Iren, E. (2014). *Propuesta metodológica mediante diseños Box-Behnken para mejorar el rendimiento del análisis conjunto en estudios experimentales de mercado*. Barcelona, España.
- It dg, G. (21 de enero de 2017). *Ficha técnica de elaboración de helados*. Obtenido de www.itdg.org.pe/.../FichaTecnica22-Elaboracion%20de%20helado.
- Intec, N. (17 de febrero del 2017). *Helados: Definiciones, Clasificación y Requisitos*. Obtenido de (<http://www.mundohelado.com/codigos/intitec202.057.pdf>).
- Ramírez, J. (2015). *Parámetros de calidad en helados*. Universidad del Valle. Colombia: Reciteia.
- Laur, A. (2008). *Manual de procedimientos para el desarrollo de un helado reducido en calorías*. UNAM. Cuautitlán, México.
- Lim, S. (2008). *hydrostatic pressure modification of whey protein concentrate for improve body and texture of low fat ice cream*. Columbia, USA.
- López, N., Sepúlveda, J., & Restrepo, D. (2010). *Ensayo y funcionalidad de un sustituyente de sólidos no grasos lácteos en una mezcla para helado*. Zaragoza, España: Acribia.
- Madrid, A., & Cenzano, I. (2003). *Helados: elaboración, análisis y control de calidad*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Madrid, A. (1992). *Composición y elaboración de helados*. Madrid, España.
- Mahuat, M. (2004). *Productos lácteos*. Zaragoza, España: acribia.
- Montgomery, M. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. México: Linusa wile.
- Muse, R., & Hartel, W. (2004). *Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness*. Cambridge.
- Peláez, M., & Vásquez, D. (2014). *Efecto de la concentración de cmc, gelatina y carregenina sobre la viscosidad de la mezcla, textura, índice de derretimiento y overrun del helado de leche*. Chachapoyas, Perú.

- Posada, D., Sepúlveda, V., & Restrepo, M. (2012) *Selección y evaluación de un estabilizante integrado de gomas sobre las propiedades de calidad en mezclas para helado duro* (vol. 19). Madrid, España.
- Posada, P., Valencia, V., & Molina, M. (2009). *Selección y evaluación de un estabilizante integrado de gomas sobre las propiedades de calidad en mezclas para helado duro*. Medellín, Colombia.
- Rengifo, V., & Rubiano, V. (2015). *Parámetros de calidad en helados*. Revista Reciteia. Universidad del Valle. Colombia.
- Rodríguez, R. (2002). *El desarrollo de Productos y tres necesidades interrelacionadas*. Lima, Perú.
- Segura, K. (2011). *Caracterización de la agroindustria láctea en Turrialba*. Costa Rica.
- Sofjan, R., & Hartel, R. (2004). *Effect of overrun on structural and physical characteristics of ice cream*. Columbia, USA.
- Soto, R. (2006). *Hidrocoloides como aditivos alimentarios*. México Df., México.

X. ANEXOS

ANEXO A

Descripción del análisis fisicoquímico de la leche

A. Determinación de la acidez titulable

1. Se utilizó 9 ml. de leche en un vaso precipitado, luego
 2. Se utilizó aproximadamente 4 gotas de fenolftaleína como indicador.
 3. Se utilizó hidróxido de sodio (NaOH) como base.
- ❖ El color que debe tomar la muestra debe ser de color rosa tenue., el gasto del hidróxido de sodio lo multiplicamos por 10 y el resultado nos dará en grados dornic (°D).

$$^{\circ}\text{D} = 0.01\% \text{ de ACIDO LACTICO} = 0.1 \text{ ml. NaOH}$$

B. Determinación de la densidad

1. Se utilizó aproximadamente 480 ml de leche en una probeta de 500 ml de volumen.
2. Se introdujo el lactodensímetro sobre la probeta con leche.
3. Luego se observó los resultados en el lactodensímetro en g/cm³.

C. Determinación del °Brix

1. Se introdujo aproximadamente 3 gotas de leche sobre la lámina del refractómetro.
2. Luego los resultados se obtuvo observando por el lente del refractómetro en presencia de luz.

D. Determinación del pH

1. Se utilizó aproximadamente 10 ml de leche en un vaso de precipitación de 50 ml de volumen.
2. Luego se introdujo el pH- metro sobre la leche.
3. Los resultados se observó en la parte superior del pHmetro digital.

ANEXO B

Cuadro 13. Formato de evaluación para determinar la aceptabilidad del helado tipo crema de vainilla.

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	TRATAMIENTOS				
		T1	T2	T3	...	T15
COLOR	1. Muy malo					
	2. Malo					
	3. No gusta, ni disgusta					
	4. Bueno					
	5. Muy bueno					
OLOR	1. Nada agradable					
	2. Poco agradable					
	3. No gusta, ni disgusta					
	4. agradable					
	5. Muy agradable					
SABOR	1. Muy desagradable					
	2. desagradable					
	3. no agrada, ni desagrada					
	4. agradable					
	5. Muy agradable					
TEXTURA	1. Muy fluido					
	2. fluido					
	3. muy denso					
	4. denso					
	5. normal					

Fuente: elaboración propia

ANEXO C

Cuadro 14. Diseño box behnken empleando funciones en Excel para determinar proporciones de cada insumo (azúcar(A), leche en polvo (B) y grasa (C)).

proporciones de insumos y materia prima en la elaboración del helado tipo crema de vainilla						
1000 ml. De leche						
Ingredientes	VALORES (niveles)					
	-		0		+	
	gramos(g)	en %	gramos(g)	en %	gramos(g)	en %
azúcar(g)	250	25	300	30	350	35
leche en polvo(g)	10	1	20	2	30	3
grasa(g)	50	5	80	8	100	10
CMC(g)	4	0,4	4	0,4	4	0,4
glucosa (g)	25	2,5	25	2,5	25	2,5
carragenia (g)	3	0,3	3	0,3	3,0	0,3

diseño box behnken aplicando funciones en excel			
número de experimentos	variables		
	A	B	C
1	250	10	80
2	250	30	80
3	350	10	80
4	350	30	80
5	250	20	50
6	250	20	100
7	350	20	50
8	350	20	100
9	300	10	50
10	300	10	100
11	300	10	50
12	300	30	100
13	300	20	80
14	300	20	80
15	300	20	80

Fuente: Elaboración propia

ANEXO D

Cuadro 15. Cuadro ANOVA para aceptabilidad por tratamientos

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.95372	14	0.139552	0.40	0.9690
Intra grupos	15.8678	45	0.352618		
Total (Corr.)	17.8215	59			

Cuadro 16. Pruebas de Múltiple Rangos para aceptabilidad por tratamientos
Método: 95.0 porcentaje LSD.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
6	4	3.35227	X
9	4	3.36363	X
5	4	3.51137	X
3	4	3.55682	X
7	4	3.59091	X
8	4	3.61364	X
4	4	3.69318	X
11	4	3.69318	X
15	4	3.71591	X
2	4	3.72727	X
10	4	3.73864	X
1	4	3.75	X
14	4	3.81818	X
13	4	3.90909	X
12	4	4.05682	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1 - 2		0.02273	0.845706
1 - 3		0.193182	0.845706
1 - 4		0.05682	0.845706
1 - 5		0.238635	0.845706
1 - 6		0.397727	0.845706
1 - 7		0.15909	0.845706
1 - 8		0.136362	0.845706
1 - 9		0.386367	0.845706
1 - 10		0.0113625	0.845706
1 - 11		0.0568175	0.845706
1 - 12		-0.306817	0.845706
1 - 13		-0.159092	0.845706
1 - 14		-0.06818	0.845706
1 - 15		0.0340925	0.845706
2 - 3		0.170452	0.845706
2 - 4		0.03409	0.845706
2 - 5		0.215905	0.845706
2 - 6		0.374997	0.845706
2 - 7		0.13636	0.845706
2 - 8		0.113632	0.845706
2 - 9		0.363637	0.845706
2 - 10		-0.0113675	0.845706
2 - 11		0.0340875	0.845706
2 - 12		-0.329547	0.845706
2 - 13		-0.181823	0.845706
2 - 14		-0.09091	0.845706
2 - 15		0.0113625	0.845706
3 - 4		-0.136362	0.845706
3 - 5		0.0454525	0.845706
3 - 6		0.204545	0.845706
3 - 7		-0.0340925	0.845706
3 - 8		-0.05682	0.845706
3 - 9		0.193185	0.845706
3 - 10		-0.18182	0.845706
3 - 11		-0.136365	0.845706
3 - 12		-0.5	0.845706
3 - 13		-0.352275	0.845706
3 - 14		-0.261362	0.845706
3 - 15		-0.15909	0.845706
4 - 5		0.181815	0.845706
4 - 6		0.340907	0.845706
4 - 7		0.10227	0.845706
4 - 8		0.0795425	0.845706
4 - 9		0.329547	0.845706
4 - 10		-0.0454575	0.845706
4 - 11		-0.0000025	0.845706
4 - 12		-0.363637	0.845706

4 - 13		-0.215912	0.845706
4 - 14		-0.125	0.845706
4 - 15		-0.0227275	0.845706
5 - 6		0.159092	0.845706
5 - 7		-0.079545	0.845706
5 - 8		-0.102273	0.845706
5 - 9		0.147732	0.845706
5 - 10		-0.227273	0.845706
5 - 11		-0.181817	0.845706
5 - 12		-0.545452	0.845706
5 - 13		-0.397727	0.845706
5 - 14		-0.306815	0.845706
5 - 15		-0.204543	0.845706
6 - 7		-0.238637	0.845706
6 - 8		-0.261365	0.845706
6 - 9		-0.01136	0.845706
6 - 10		-0.386365	0.845706
6 - 11		-0.34091	0.845706
6 - 12		-0.704545	0.845706
6 - 13		-0.55682	0.845706
6 - 14		-0.465907	0.845706
6 - 15		-0.363635	0.845706
7 - 8		-0.0227275	0.845706
7 - 9		0.227277	0.845706
7 - 10		-0.147728	0.845706
7 - 11		-0.102272	0.845706
7 - 12		-0.465907	0.845706
7 - 13		-0.318182	0.845706
7 - 14		-0.22727	0.845706
7 - 15		-0.124998	0.845706
8 - 9		0.250005	0.845706
8 - 10		-0.125	0.845706
8 - 11		-0.079545	0.845706
8 - 12		-0.44318	0.845706
8 - 13		-0.295455	0.845706
8 - 14		-0.204542	0.845706
8 - 15		-0.10227	0.845706
9 - 10		-0.375005	0.845706
9 - 11		-0.32955	0.845706
9 - 12		-0.693185	0.845706
9 - 13		-0.54546	0.845706
9 - 14		-0.454547	0.845706
9 - 15		-0.352275	0.845706
10 - 11		0.045455	0.845706
10 - 12		-0.31818	0.845706
10 - 13		-0.170455	0.845706
10 - 14		-0.0795425	0.845706
10 - 15		0.02273	0.845706

11 - 12		-0.363635	0.845706
11 - 13		-0.21591	0.845706
11 - 14		-0.124998	0.845706
11 - 15		-0.022725	0.845706
12 - 13		0.147725	0.845706
12 - 14		0.238637	0.845706
12 - 15		0.34091	0.845706
13 - 14		0.0909125	0.845706
13 - 15		0.193185	0.845706
14 - 15		0.102272	0.845706

* indica una diferencia significativa.

ANEXO E

Fotografía 1. Materiales y equipos



PH - metro



Termómetro industrial



lactodensímetro



refractómetro



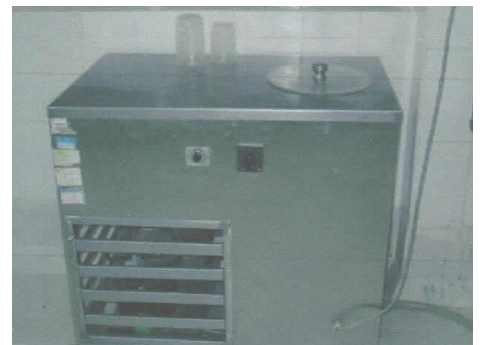
Congeladora



Licuadora industrial



Envases de almacenamiento de helados



Máquina heladera

ANEXO F

Fotografías de los procesos aplicados en la elaboración de las muestras de helado



Fotografía 2. Variables independientes



Fotografía 3. Pasteurización, mezcla y homogenización



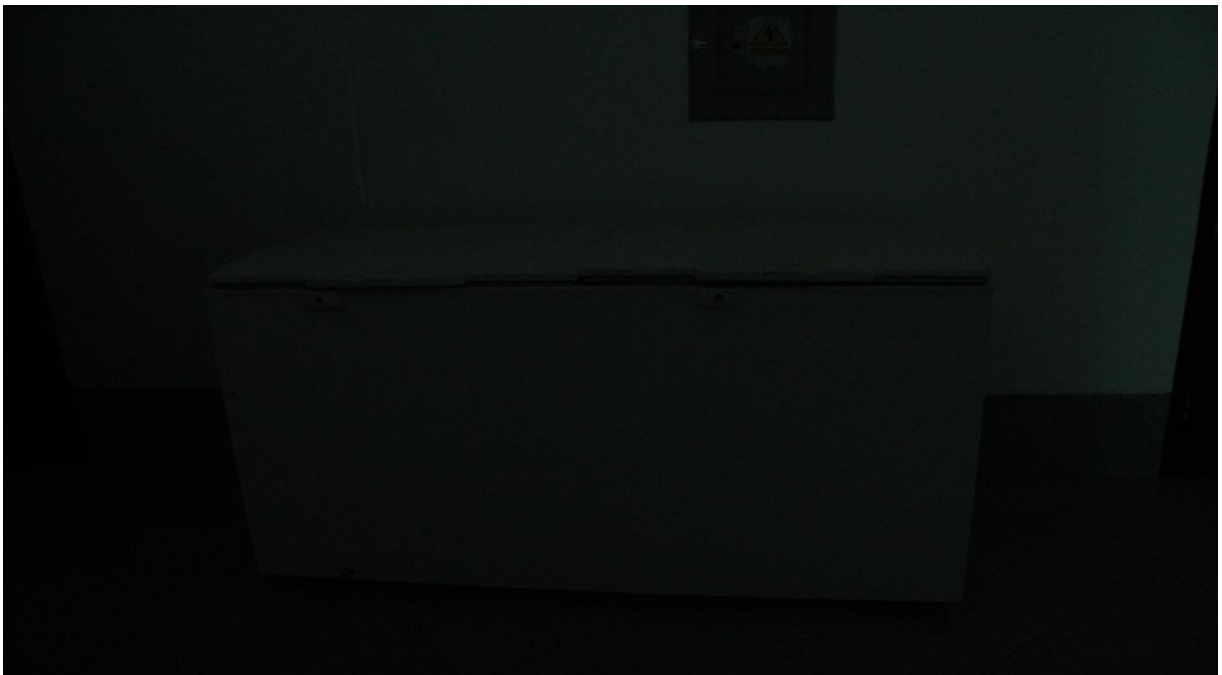
Fotografía 4. Enfriamiento y maduración de los 15 tratamientos



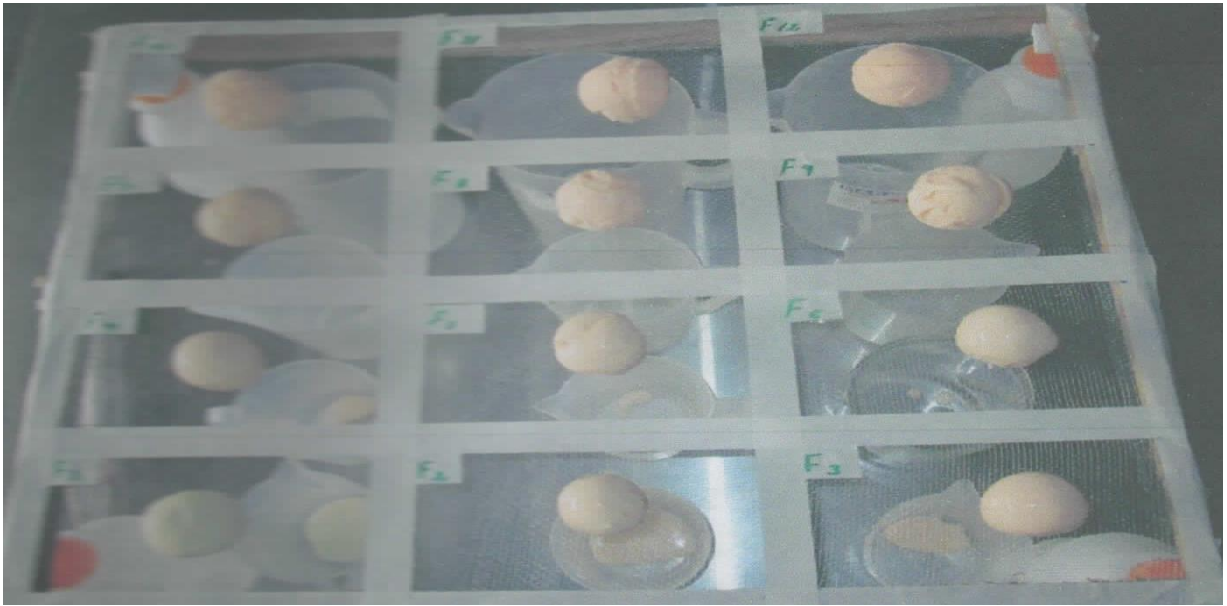
Fotografía 5. Licuado de la mezcla madurada



Fotografía 6. Batido y congelación



Fotografía 7. Almacenamiento de las muestras de helados



Fotografía 8. Índice de derretimiento del helado tipo crema de vainilla



Fotografía 9. Análisis sensorial de los tratamientos por los panelistas.



Fotografía 10. Análisis organoléptico del helado tipo crema de vainilla