

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



**ELABORACIÓN DE PALETAS DE HELADO DE CREMA**  
**VEGETAL CON PULPA DE ARÁNDANO**

**POR:**

**ROMINA NICOLE TERÁN MICHEL**

Trabajo final de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

**AGOSTO, 2022**  
**TARIJA-BOLIVIA**

VºBº

.....  
M.Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**TECNOLOGÍA**

.....  
M.Sc. Lic. Gustavo Succi Aguirre  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**TECNOLOGÍA**

.....  
Ing. Jesús Zamora Gutiérrez  
**DIRECTOR**  
**DPTO. BIOTECNOLOGÍA Y**  
**CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS**

.....  
Ing. Erick Ramírez Ruiz  
**DOCENTE GUÍA**

.....  
Ing. Weimar Torrejón Aguirre  
**TRIBUNAL**

.....  
Ing. Noelia Soledad Ramírez Villa  
**TRIBUNAL**

.....  
Ing. Cecilia Giovanna Calderón Pérez  
**TRIBUNAL**

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo la misma únicamente responsabilidad del autor

**Dedicatoria:**

Este proyecto esta dedicado a mi familia, mis padres y hermano por el apoyo moral y económico en todo este proceso de estudio.

### **Agradecimientos:**

A Dios por la vida, la fuerza, y guiarme por este camino en el proceso de estudio.

A mi familia mis padres y hermano por el apoyo moral y económico, en mi carrera universitaria.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería de Alimentos por haber sido formadores de mi carrera universitaria en especial a mi docente guía Ing. Erick Ramírez, y a los docentes tribunales; Ing. Weimar Torrejón, Ing. Noelia Ramírez, Ing. Cecilia Calderón por su ayuda para la culminación del presente trabajo de investigación.

A mis amigos y compañeros de carrera en especial al (Team sin nombre) por su amistad y apoyo incondicional.

**Pensamiento:**

“Este bellissimo sistema compuesto por el sol, los planetas y cometas no pudo menos que haber sido creado por consejo y dominio de un ente poderoso e inteligente. El Dios supremo es un ser eterno, infinito, absolutamente perfecto”.

Isaac Newton

## ÍNDICE

**Pág.**

### RESUMEN

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación .....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo general .....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	4
1.4 Objeto de estudio .....	4
1.5 Campo de acción .....	4
1.6 Situación problemática .....	5
1.7 Formulación del problema .....	5
1.8 Hipótesis .....	5

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del helado .....	6
2.2 Definición de helado .....	6
2.3 Clasificación de los helados .....	7
2.3.1 Clasificación general de los helados .....	7
2.4 Características de los helados .....	7
2.4.1 Cuerpo .....	8
2.4.2 Textura .....	8
2.4.5 Sabor .....	8
2.5 Composición fisicoquímica de los helados .....	9

2.6 Composición nutricional de los helados .....	10
2.7 Composición de los helados .....	11
2.8 Aplicaciones de los helados .....	12
2.8.1 Aplicaciones de los helados en una dieta equilibrada .....	12
2.9 Materia prima para la elaboración de paletas de helado de crema sabor arándano .....	13
2.9.1 Leche.....	13
2.9.1.1 Leche descremada .....	14
2.9.2 Grasas y aceites .....	14
2.9.2.1 Crema vegetal .....	15
2.9.3 Arándano.....	16
2.10 Insumos para la elaboración de paletas de helado de crema vegetal.....	17
2.10.1 Glucosa en polvo.....	17
2.10.2 Goma xantana .....	18
2.10.3 Ácido cítrico.....	19
2.10.4 Lactulosa .....	19
2.10.5 Sacarosa .....	20
2.10.6 Leche en polvo .....	20
2.10.7 Saborizante de frutos rojos .....	21
2.10.8 Saborizante sabor leche condensada.....	21
2.11 Operaciones en el proceso de elaboración de helado tipo paleta .....	21
2.12 Congelación de alimentos .....	24
2.12.1 Curvas de congelación .....	24
2.12.2 Características de la congelación.....	27
2.12.3 Etapas de congelación .....	28
2.12.3.1 Sub-enfriamiento.....	28
2.12.3.2 Nucleación .....	29
2.12.3.3 Propagación de cristales de hielo.....	29



2.12.3.4 Velocidad de congelación .....	29
2.12.4.1 Congelación lenta.....	30
2.12.4.2 Congelación media.....	30
2.12.4.3 Congelación rápida.....	30
2.12.5 Métodos para la congelación de helados .....	30
2.12.5.1 Por contacto.....	30
2.12.5.2 Métodos criogénicos .....	31
2.12.5.3 Por aire .....	31
2.12.5.4 Congelación por inmersión en líquidos incongelables.....	31
2.12.6 Tiempo de congelación .....	32

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

3.1 Desarrollo de la parte experimental.....	33
3.2 Tipo de metodología aplicada .....	33
3.3 Estructura epistemológica y metodológica de la investigación.....	33
3.3.1 Paradigma de la investigación .....	33
3.3.2 Paradigma positivista .....	34
3.3.3 Enfoque de la investigación .....	34
3.4 Métodos, técnicas e instrumentos.....	34
3.4.1 Análisis físicoquímicos y microbiológicos de la leche light.....	35
3.4.2 Análisis físicoquímicos y microbiológicos del arándano.....	35
3.4.3 Parámetros físicoquímicos y microbiológicos de la crema vegetal.....	36
3.4.4 Parámetros físicoquímicos y microbiológicos del producto final .....	36
3.5 Descripción de equipos, instrumentos de laboratorio, materiales de laboratorio, utensilios de cocina y reactivos químicos de laboratorio .....	37
3.5.1 Equipos .....	37
3.5.2 Instrumentos de laboratorio.....	37
3.5.3 Materiales de laboratorio.....	38

3.5.4 Utensilios de cocina .....	38
3.5.5 Reactivos de laboratorio .....	39
3.6 Materia prima e insumos alimentarios.....	39
3.6.1 Materia prima .....	39
3.6.2 Insumos alimentarios .....	39
3.7 Proceso de elaboración de paletas de helado de crema vegetal sabor arándano.....	40
3.8 Desarrollo del proceso de elaboración de paletas de helado de crema vegetal .....	41
3.8.1 Lavado y desinfección.....	42
3.8.2 Triturado .....	42
3.8.3 Dosificación y mezclado .....	42
3.8.4 Pasteurización .....	43
3.8.6 Maduración .....	43
3.8.5 Enfriamiento y saborización.....	43
3.8.7 Batido.....	44
3.8.8 Congelación .....	44
3.8.9 Envasado .....	44
3.8.10 Almacenamiento .....	45
3.9 Análisis sensorial .....	45
3.9.1 Aplicación de la evaluación sensorial para la elaboración de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano .....	46
3.10 Diseño experimental.....	46
3.10.1 Diseño factorial .....	47
3.11 Diseño factorial 2 <sup>3</sup> .....	47
3.11.1 Diseño de 2 <sup>3</sup> factores para la dosificación del proceso de elaboración de paletas de helado .....	48
3.12 Operacionalización de las variables en el proceso de elaboración de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano.....	49

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

4.1 Caracterización de la leche light, arándano y crema vegetal .....	51
---	----

4.1.1 Análisis de parámetros fisicoquímicos de la leche light .....	51
4.1.1.1 Análisis de micronutrientes en la leche light .....	51
4.1.1.2 Análisis microbiológico de la leche light .....	51
4.1.2 Análisis de parámetros fisicoquímicos del arándano .....	52
4.1.2.1 Análisis de micronutrientes del arándano .....	53
4.1.2.2 Análisis microbiológico del arándano .....	54
4.1.3 Análisis de parámetros fisicoquímicos de la crema vegetal .....	54
4.1.3.1 Análisis microbiológico de la crema vegetal .....	55
4.2 Caracterización de las variables del proceso de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano.....	55
4.2.1 Pruebas preliminares para la obtención de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano.....	55
4.2.2 Variación en la dosificación de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano para el grupo 1 .....	56
4.2.3 Estadístico de caja de bigote en la variación de la dosificación de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano para el grupo 1 .....	58
4.2.3.1 Dosificación de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano para el grupo 2.....	60
4.2.3.2 Estadístico de caja de bigote en la variación de la dosificación de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano para el grupo 2.....	61
4.2.3.3 Estadístico de Tukey del atributo olor para la selección de prueba preliminar de paletas de helado .....	62
4.2.3.3 Estadístico de Tukey del atributo olor para la selección de prueba preliminar de paletas de helado .....	62
4.2.3.5 Estadístico de Tukey del atributo textura para la selección de prueba preliminar de paletas de helado .....	63
4.2.3.6 Estadístico de Tukey del atributo cremosidad para la selección de prueba preliminar de paletas de helado .....	64
4.2.4 Selección de la muestra ideal de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano.....	64
4.2.4 Selección de la muestra ideal de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano.....	66

4.3Diseño factorial 2 <sup>3</sup> de las variables en la etapa de dosificación de paletas de helado .	67
4.3.1 Diseño factorial de la variable respuesta (acidez) en la etapa de dosificación de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano .....	67
4.3.2 Diseño factorial de la variable respuesta (pH) en la etapa de dosificación de paletas de helado .....	70
4.3.3 Diseño factorial de la variable respuesta materia grasa en la etapa de dosificación de paletas de helado .....	73
4.4 Evaluaciones sensoriales del diseño factorial 2 <sup>3</sup> de paletas de helado .....	77
4.4.1 Evaluación sensorial del diseño factorial 2 <sup>3</sup> de paletas de helado.....	77
4.4.2 Estadístico de caja de bigote en la variación de la dosificación de paletas de helado.....	77
4.4.3 Estadístico de Tukey del atributo sabor de paletas de helado de crema para el diseño factorial.....	78
4.4.4 Evaluación sensorial del diseño factorial 2 <sup>3</sup> de paletas de helado .....	79
4.4.5 Estadístico de caja de bigote en la variación de la dosificación de paletas de Helado.....	79
4.5 Selección de muestra experimental final de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano.....	80
4.5.1 Estadístico de caja de bigote en la variación de la dosificación de paletas de helado de crema vegetal para la prueba ideal final .....	81
4.5.2 Estadístico de Tukey del atributo color de paletas de helado de crema para la prueba ideal final.....	82
4.5.3 Estadístico de Tukey del atributo sabor de paletas de helado de crema para la prueba ideal final.....	82
4.5.4 Estadístico de Tukey del atributo textura de paletas de helado de crema para la prueba ideal final.....	83
4.5.5 Estadístico de Tukey del atributo cremosidad de paletas de helado de crema para la prueba ideal final.....	83
4.6 Control determinación del tiempo de congelación de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano .....	84
4.7 Caracterización del producto final paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano .....	86

4.7.1 Análisis fisicoquímico de final paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano .....	87
4.7.2 Análisis de micronutrientes de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano .....	87
4.7.3 Análisis de microbiológico de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano .....	88
4.8 Balance de materia en el proceso de elaboración de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano .....	89
4.8.1 Balance de materia en la etapa de lavado y desinfección .....	91
4.8.2 Balance de materia en la etapa de triturado .....	92
4.8.3 Balance de materia en la etapa de dosificación y mezclado .....	93
4.8.4 Balance de materia en la etapa de pasteurización .....	95
4.8.5 Balance de materia en la etapa de enfriamiento y saborización.....	96
4.8.6 Balance de materia en la etapa de envasado .....	97
4.8.7 Resumen general del balance de materia de elaboración de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano.....	98
4.8.8 Rendimiento del proceso de elaboración de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano.....	100
4.9 Balance de energía para el proceso de elaboración de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano .....	100
4.9.1 Ecuaciones para el balance de energía en el proceso de pasteurización .....	100
4.9.2 Balance de energía en la etapa de para la etapa de pasteurización de la mezcla de helado .....	107
4.9.3 Balance de energía en la etapa de congelación .....	108

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones .....	113
5.2 Recomendaciones.....	115

<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	116
---------------------------	-----

### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Información nutricional de los helados por porción .....	10
Tabla 2.2 Información nutricional de paleta de helado de crema vegetal sabor frambuesa.....	11
Tabla 2.3 Valor nutritivo de los helados .....	12
Tabla 2.4 Composición nutricional de leche light .....	14
Tabla 2.5 Composición nutricional de crema vegetal .....	15
Tabla 2.6 Composición nutricional de arándano .....	17
Tabla 2.7 Características de pasteurización y congelación en helados .....	28
Tabla 3.1 Niveles de variación de los factores aplicado en la etapa de dosificación .....	48
Tabla 3.2 Matriz de variables del diseño factorial en el proceso de dosificación .....	49
Tabla 4.1 Parámetros fisicoquímicos de la leche light .....	51
Tabla 4.2 Análisis de los micronutrientes de la leche light.....	52
Tabla 4.3 Parámetros microbiológicos de la leche light .....	52
Tabla 4.4 Parámetros fisicoquímicos del arándano .....	53
Tabla 4.5 Análisis de los micronutrientes del arándano .....	53
Tabla 4.6 Parámetros microbiológicos del arándano .....	54
Tabla 4.7 Parámetros fisicoquímicos de la crema vegetal .....	54
Tabla 4.8 Parámetros microbiológicos de la crema vegetal.....	55
Tabla 4.9 Dosificación de paletas de helado .....	57
Tabla 4.10 Variación de la dosificación de crema vegetal para las pruebas experimentales .....	57
Tabla 4.11 Variación de la dosificación para las pruebas experimentales.....	60
Tabla 4.12 Estadístico de Tukey del atributo olor para la selección de pruebas experimentales .....	62

Tabla 4.13 Estadístico de Tukey del atributo color para la selección de pruebas experimentales .....	63
Tabla 4.14 Estadístico de Tukey del atributo textura para la selección de pruebas experimentales .....	63
Tabla 4.15 Estadístico de Tukey del atributo cremosidad para la selección de pruebas experimentales .....	64
Tabla 4.16 Variación de la dosificación para elegir la muestra ideal.....	65
Tabla 4.17 Dosificación de la muestra ideal de paletas de helado .....	67
Tabla 4.18 Análisis de varianza de la variable respuesta acidez en la etapa de dosificación para la elaboración de paletas de helado .....	68
Tabla 4.19 Análisis de varianza de la variable respuesta pH en la etapa de dosificación para la elaboración de paletas de helado .....	71
Tabla 4.20 Análisis de varianza de la variable respuesta materia grasa en la etapa de dosificación para la elaboración de paletas de helado.....	74
Tabla 4.21 Estadístico de Tukey del atributo sabor para el diseño factorial .....	78
Tabla 4.22 Estadístico de Tukey del atributo color para la prueba final .....	82
Tabla 4.23 Estadístico de Tukey del atributo sabor para la prueba final .....	83
Tabla 4.24 Estadístico de Tukey del atributo textura para la prueba final .....	83
Tabla 4.25 Estadístico de Tukey del atributo cremosidad para la prueba final .....	84
Tabla 4.26 Determinación del tiempo de congelamiento .....	85
Tabla 4.27 Análisis fisicoquímicos de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano .....	87
Tabla 4.28 Análisis de micronutrientes de paletas de helado de crema vegetal con pulpa de arándano .....	88
Tabla 4.29 Parámetros microbiológicos de paletas de helado de crema vegetal .....	88

Tabla 4.30 Capacidades caloríficas en función a la composición de los alimentos .....	102
Tabla 4.31 Composición fisicoquímica de la leche light .....	102
Tabla 4.32 Composición fisicoquímica de arándano .....	102
Tabla 4.33 Composición fisicoquímica de crema vegetal .....	103
Tabla 4.34 Composición fisicoquímica de glucosa en polvo.....	103
Tabla 4.35 Composición fisicoquímica de lactulosa .....	105
Tabla 4.36 Composición fisicoquímica de goma xantan .....	105
Tabla 4.37 Composición fisicoquímica de ácido cítrico .....	106
Tabla 4.38 Capacidades caloríficas .....	106

### ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1 Operacionalización de variables en la elaboración de paletas de helado.....	50
--	----

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Clasificación general de los helados .....	7
Figura 2.2 Arándano .....	16
Figura 2.3 Curvas de congelación .....	25
Figura 2.4 Curva experimental de congelación de helado .....	27
Figura 3.1 Análisis físico-químicos y microbiológicos en la leche light .....	35
Figura 3.2 Análisis físico-químicos y microbiológicos del arándano .....	35
Figura 3.3 Análisis físico-químicos y microbiológicos del arándano .....	36
Figura 3.4 Análisis físico-químicos y microbiológicos del producto final .....	36
Figura 3.5 Equipos utilizados en la elaboración del producto .....	37
Figura 3.6 Instrumentos de laboratorio utilizados en la elaboración del producto.....	38
Figura 3.7 Diagrama de flujo de la elaboración de paletas de helado.....	41



Figura 3.8 Lavado .....	42
Figura 3.9 Triturado .....	42
Figura 3.10 Mezclado .....	42
Figura 3.11 Pasteurización .....	43
Figura 3.12 Enfriamiento .....	43
Figura 3.13 Maduración .....	43
Figura 3.14 Batido .....	44
Figura 3.15 Congelación .....	44
Figura 3.16 Envasado.....	44
Figura 3.17 Almacenamiento .....	45
Figura 3.18 Evaluaciones sensoriales de paletas de helado de crema vegetal .....	46
Figura 4.1 Pruebas preliminares para la obtención de paletas de helado .....	56
Figura 4.2 Dosificación de las paletas de helado de crema vegetal .....	58
Figura 4.3 Caja y bigote en la variación de la dosificación de crema vegetal.....	59
Figura 4.4 Variación porcentual de la dosificación en las muestras .....	61
Figura 4.5 Caja y bigote en la variación de la dosificación y pulpa.....	61
Figura 4.6 Dosificación en las muestras de paletas de helado .....	66
Figura 4.7 Caja y bigote en la variación de la dosificación .....	69
Figura 4.8 Efectos principales para acidez .....	69
Figura 4.9 Interacción para acidez .....	70
Figura 4.10 Diagrama de Pareto estandarizado para acidez .....	72
Figura 4.11 Efectos principales para pH .....	72
Figura 4.12 Interacción para pH.....	73
Figura 4.13 Diagrama de Pareto estandarizado para pH.....	75
Figura 4.14 Efectos principales para materia grasa .....	75
Figura 4.15 Interacción para materia grasa .....	76
Figura 4.16 Diagrama de Pareto estandarizado para materia grasa .....	77

Figura 4.17 Dosificación en las muestras de paletas de helado .....	78
Figura 4.18 Caja y bigote en el diseño factorial límite inferior .....	79
Figura 4.19 Dosificación en las muestras de paletas de helado .....	80
Figura 4.20 Caja y bigote en el diseño factorial límite superior .....	80
Figura 4.21 Dosificación en las muestras de paletas de helado .....	81
Figura 4.22 Caja y bigote para la prueba ideal final .....	81
Figura 4.23 Curva de congelamiento de paletas de helado .....	85
Figura 4.24 Balance de materia en el proceso de elaboración de paletas de helado .....	89
Figura 4.25 Balance de materia en la etapa de lavado y desinfección .....	91
Figura 4.26 Balance de materia en la etapa de despulpado .....	92
Figura 4.27 Balance de materia en la etapa de dosificación y mezclado .....	93
Figura 4.28 Balance de materia en la etapa de pasteurización.....	95
Figura 4.29 Balance de materia en la etapa de enfriamiento .....	96
Figura 4.30 Balance de materia en la etapa de envasado.....	97
Figura 4.31 Resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración de paletas de helado .....	99
Figura 4.32 Balance de energía en la etapa de pasteurización .....	107
Figura 4.33 Balance de energía en la etapa de congelación.....	109

