

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGIA Y CIENCIAS DE LOS
ALIMENTOS
CARRERA INGENIERIA DE ALIMENTOS



ELABORACIÓN DE HELADO TIPO PALETA PARA
DIABETICOS

POR:

DÁMARIS BETSABÉ CHAUQUE FLORES

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.

SEMESTRE II - 2023

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

El presente trabajo final de grado me otorga una gran satisfacción al cumplir un logro muy importante en mi vida. Está dedicado con muchísimo amor a mis padres, a mi abuelo (+), hno. Freddy Paredes (+) y mis seres queridos que me apoyaron por siempre fortalecer mi corazón e iluminar mi mente. ¡Los amo!

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradecer a Dios por acompañarme en todo el transcurso de mi vida y ser mi apoyo en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

A mis padres y hermanos quienes son mi motor y ayudaron a trazar mi camino.

A mis docentes que durante todos los años de formación académica impartieron en mí sus conocimientos; en especial a mis tribunales que gracias a sus consejos y conocimientos fueron parte importante en la culminación de todo el trabajo.

De igual forma a todos mis amigos y compañeros por su amistad incondicional y su apoyo moral.

INDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

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

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1	Origen del helado	5
2.2	Definición del helado	5
2.3	Tipos de helados	6
2.4	Características del helado de agua tipo paleta	7
2.4.1	Color	7
2.4.2	Sabor	7
2.4.3	Textura	8
2.4.4	Cuerpo del helado	8
2.5	Composición microbiológica y nutricional del helado de agua	8
2.6	Composición fisicoquímica de los helados	9

2.6.1	Punto de congelación.....	9
2.6.2	Densidad.....	10
2.6.3	pH.....	10
2.6.4	Acidez titulable.....	10
2.7	Composición nutricional del helado de agua	10
2.8	Composición de los helados paleta	11
2.8.2	Valor nutricional de helado base	11
2.9	Aplicaciones del helado tipo paleta para diabéticos en el ser humano	12
2.10	Materia prima para la elaboración de helado tipo paleta para diabéticos	13
2.10.1	Leche descremada.....	13
2.10.2	Crema vegetal.....	13
2.10.3	Propiedades nutricionales del brócoli	13
2.11	Característica botánica del brócoli	14
2.12	Insumos para la elaboración de helado tipo paleta para diabéticos.....	15
2.12.1	Estabilizante (CMC)	15
2.12.2	Edulcorante.....	15
2.12.3	Esencias	15
2.13	Operaciones en el proceso de elaboración de helado tipo paleta para..... diabéticos.....	16
2.14	Tipo de proceso tecnológico a ser utilizado en la elaboración de helado tipo.... paleta para diabéticos.....	17

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1	Desarrollo de la parte experimental.....	19
3.2	Tipo de intervención experimental.....	19

3.3	Tipo de investigación	19
3.4	Paradigma positivista	20
3.5	Enfoque investigativo	20
3.6	Métodos, técnicas e instrumentos	20
3.6.1	Análisis fisicoquímico, microbiológico y micronutrientes del brócoli crudo.....	21
3.6.2	Análisis fisicoquímico del brócoli hervido.....	21
3.6.3	Análisis fisicoquímico, microbiológico y micronutrientes del helado tipo paleta... para diabeticos.....	22
3.7.1	Equipos.....	23
3.7.2	Instrumentos de laboratorio.....	24
3.7.3	Materiales de laboratorio.....	24
3.7.4	Utensilio de cocina	24
3.7.5	Reactivos químicos	25
3.8	Materias primas e insumos alimentarios	25
3.8.1	Materia prima	25
3.8.2	Insumos alimentarios	25
3.9	Diagrama de flujo para el proceso de helado tipo paleta para..... diabéticos.....	26
3.10	Descripción del diagrama del proceso de elaboración de helado tipo paleta..... para diabéticos.....	26
3.10.1	Brócoli.....	27
3.10.2	Clasificado	27
3.10.3	Escaldado	27
3.10.4	Trituración.....	28
3.10.5	Dosificación y mezclado.....	28
3.10.6	Congelación	29
3.10.7	Envasado.....	29

3.10.8	Almacenamiento	30
3.11	Análisis sensorial de los alimentos	30
3.11.1	Aplicación de la evaluación sensorial para la elaboración de helado tipo paleta para diabéticos.....	31
3.12	Diseño experimental	32
3.12.1	Diseño factorial 2k	32
3.13	Diseño factorial 2 ³ en el proceso de dosificación de helado tipo paleta para..... diabéticos.....	32
3.14	Operacionalización de variables para la elaboración de helado tipo paleta para diabéticos.....	34

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1	Caracterización del helado tipo paleta para diabéticos.....	35
4.1.1	Propiedades físicas del brócoli.....	35
4.1.2	Análisis fisicoquímico del brócoli crudo	36
4.1.3	Análisis microbiológico del brócoli crudo	36
4.1.4	Análisis de micronutrientes del brócoli crudo.....	37
4.1.5	Análisis fisicoquímico del brócoli hervido.....	37
4.2	Desarrollo de las pruebas experimentales para la elaboración de helado tipo.... paleta para diabéticos.....	38
4.3	Caracterización de las variables del proceso de helado tipo paleta para..... diabéticos.....	39
4.3.1	Elaboración de las pruebas iniciales de helado tipo paleta para diabéticos.... ensayo 1.....	39
4.3.2	Elaboración de las pruebas iniciales de helado tipo paleta para diabéticos ensayo 2.....	41

4.3.2.1	Estadístico caja y bigote de pruebas preliminares de helado tipo paleta para... diabéticos ensayo 2.....	41
4.3.2.2	Estadístico de Tukey para el atributo cremosidad de helado tipo paleta para... diabéticos del ensayo 2.....	42
4.3.2.3	Estadístico de Tukey para el atributo color de helado tipo paleta para diabéticos del ensayo 2.....	43
4.3.2.4	Estadístico de Tukey para el atributo adherencia de helado tipo paleta para... diabéticos del ensayo 2.....	43
4.3.2.5	Estadístico de Tukey para el atributo sabor de helado tipo paleta para..... diabéticos del ensayo 2.....	44
4.3.2.6	Estadístico de Tukey para el atributo textura de helado tipo paleta para..... diabéticos del ensayo 2.....	44
4.3.2.7	Estadístico de Tukey para el atributo apariencia de helado tipo paleta para..... diabéticos del ensayo 2.....	45
4.3.3	Elaboración de las pruebas iniciales de helado tipo paleta para diabéticos.. ensayo 3.....	45
4.3.3.1	Estadístico caja y bigote de pruebas preliminares de helado tipo paleta para... diabéticos ensayo 3.....	46
4.3.3.2	Estadístico de Tukey para el atributo cremosidad de helado tipo paleta para... diabéticos del ensayo 3.....	47
4.3.3.3	Estadístico de Tukey para el atributo sabor de helado tipo paleta para..... diabéticos del ensayo	47
4.3.3.4	Estadístico de Tukey para el atributo textura de helado tipo paleta para..... diabéticos del ensayo 3.....	48
4.3.3.5	Estadístico de Tukey para el atributo apariencia de helado tipo paleta para..... diabéticos del ensayo 3.....	48
4.3.4	Elaboración de las pruebas iniciales de helado tipo paleta para diabéticos... ensayo 4.....	49

4.3.4.1	Estadístico caja y bigote de pruebas preliminares de helado tipo paleta para... diabéticos ensayo 4.....	49
4.3.4.2	Estadístico de Tukey para el atributo textura de helado tipo paleta para..... diabéticos del ensayo 4.....	50
4.4	Diseño factorial 2 ³ en la etapa de dosificación para la elaboración de helado.... tipo paleta para diabéticos.....	51
4.4.1	Variable respuesta de pH en la etapa de dosificación de helado tipo paleta..... para diabéticos.....	51
4.4.2	Variable respuesta de acidez en la etapa de dosificación de helado tipo paleta.. para diabéticos.....	53
4.4.3	Variable respuesta de azúcares reductores en la etapa de dosificación de..... helado tipo paleta para diabéticos.....	56
4.5	Elaboración de las pruebas de helado tipo paleta para diabéticos en e l nivel.... inferior del diseño factorial ensayo 6.....	59
4.5.1	Estadístico caja y bigote de diseño experimental de helado tipo paleta para..... diabéticos ensayo 6.....	60
4.5.2	Análisis fisicoquímico del helado tipo paleta para diabéticos para el nivel... inferior 1.....	60
4.5.3	Análisis fisicoquímico del helado tipo paleta para diabéticos para el nivel... inferior 2.....	61
4.5.4	Análisis fisicoquímico del helado tipo paleta para diabéticos para el nivel... inferior 3.....	61
4.5.5	Análisis fisicoquímico del helado tipo paleta para diabéticos para el nivel... inferior 4.....	62
4.6	Elaboración de las pruebas de helado tipo paleta para diabéticos en el nivel.... superior del diseño factorial ensayo 6.....	62
4.6.1	Estadístico caja y bigote de diseño experimental de helado tipo paleta para... diabéticos para el ensayo 6.....	63

4.6.2	Análisis fisicoquímico del helado tipo paleta para diabéticos para el nivel..... superior 1.....	63
4.6.3	Análisis fisicoquímico del helado tipo paleta para diabéticos para el nivel..... superior 2.....	64
4.6.4	Análisis fisicoquímico del helado tipo paleta para diabéticos para el nivel..... superior 3.....	64
4.6.5	Análisis fisicoquímico del helado tipo paleta para diabéticos para el nivel..... superior 4.....	65
4.7	Elaboración para elegir la muestra final de helados tipo paleta para diabéticos.. ensayo 8.....	65
4.7.1	Estadístico caja y bigote para elegir la muestra final de helado tipo paleta para diabéticos del ensayo 8.....	66
4.7.2	Estadístico de Tukey para el atributo cremosidad de helado tipo paleta para.. diabéticos del ensayo 8.....	67
4.7.3	Estadístico de Tukey para el atributo color del helado tipo paleta para..... diabéticos del ensayo 8.....	67
4.7.4	Estadístico de Tukey para el atributo sabor del helado tipo paleta para..... diabéticos del ensayo 8.....	68
4.7.5	Estadístico de Tukey para el atributo textura del helado tipo paleta para..... diabéticos del ensayo 8.....	68
4.7.6	Estadístico de Tukey para el atributo apariencia de helado tipo paleta para... diabéticos del ensayo 8.....	69
4.8	Determinación tiempo de congelación de helado paleta para diabéticos.....	69
4.9	Caracterización del helado tipo paleta para diabéticos.....	72
4.9.1	Análisis fisicoquímico del helado tipo paleta para diabéticos.....	72
4.9.2	Análisis microbiológico para el helado tipo paleta para diabéticos	73
4.9.3	Análisis de micronutrientes para el helado tipo paleta para diabéticos	73

4.10	Balance de materia en el proceso de elaboración de helado tipo paleta para... diabéticos.....	74
4.10.1	Balance de materia en la etapa de clasificado del brócoli	76
4.10.2	Balance de materia global en la etapa de escaldado del brócoli	77
4.10.3	Balance de materia global en la etapa de triturado del brócoli.....	78
4.10.4	Balance de materia en la etapa de dosificación y mezclado.....	79
4.10.5	Balance de materia en la etapa de congelación	80
4.10.6	Balance de materia en la etapa de envasado.....	81
4.11	Resumen general del balance de materia de elaboración de helado tipo paleta. para diabéticos.....	82
4.11.1	Rendimiento del proceso de elaboración del helado tipo paleta para diabéticos.	83
4.12	Balance de energía para la elaboración del helado tipo paleta para diabéticos..	83
4.12.1	Balance de energía en la etapa de escaldado del brócoli.....	85
4.12.2	Balance de energía en la etapa de triturado del brócoli.....	87
4.12.3	Balance de energía en la etapa de congelación.....	87
4.12.4	Energía eléctrica total para el proceso	88

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	89
5.2	Recomendaciones	90

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1	Tipos de helados.....	6
Figura 2.2	Brócoli.....	14
Figura 3.1	Determinación de parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y micronutrientes del brócoli crudo	21
Figura 3.2	Determinación de parámetros fisicoquímicos del brócoli escaldado	22
Figura 3.3	Determinación de parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y micronutrientes del helado tipo paleta para diabeticos	23
Figura 3.4	Diagrama de flujo para el proceso de helado tipo paleta para diabéticos	26
Figura 3.5	Brócoli.....	27
Figura 3.6	Clasificado y cortado.....	27
Figura 3.7	Escaldado en agua	28
Figura 3.8	Triturado	28
Figura 3.9	Dosificación y mezclado.....	29
Figura 3.10	Congelación	29
Figura 3.11	Envasado	30
Figura 3.12	Almacenamiento	30
Figura 3.13	Aplicación de la evaluación sensorial para la elaboración de helado tipo... paleta para diabéticos	31
Figura 4.1	Desarrollo de las pruebas experimentales para la elaboración de helado.... tipo paleta para diabéticos.....	39
Figura 4.2	Pruebas subjetivas de helado tipo paleta para diabéticos	40
Figura 4.3	Variación de las pruebas preliminares ensayo 2	41
Figura 4.4	Estadístico caja y bigote en la variación de la prueba preliminar	42
Figura 4.5	Variación de las pruebas preliminares ensayo 3	45
Figura 4.6	Caja y bigote en la variación de dosificación de insumos para las muestras del ensayo 3.....	46

Figura 4.7	Variación de las pruebas preliminares ensayo 3	49
Figura 4.8	Caja y bigote de pruebas preliminares para el ensayo 4	50
Figura 4.9	Efectos principales para pH	52
Figura 4.10	Interacción de factores para pH	52
Figura 4.11	Diagrama de Pareto estandarizado para el pH.....	53
Figura 4.12	Efectos principales para acidez.....	54
Figura 4.13	Interacción de factores para acidez.....	55
Figura 4.14	Diagrama de Pareto estandarizado para acidez.....	56
Figura 4.15	Efectos principales para azúcares reductores	57
Figura 4.16	Interacción de factores para azúcares reductores	58
Figura 4.17	Diagrama de Pareto estandarizado para azúcares reductores	59
Figura 4.18	Variación de las pruebas preliminares ensayo 6	59
Figura 4.19	Estadístico caja y bigote en la variación de diseño experimental para el..... nivel inferior.....	60
Figura 4.20	Variación de las pruebas preliminares ensayo 6	62
Figura 4.21	Estadístico caja y bigote en la variación de diseño experimental para el..... nivel superior.....	63
Figura 4.27	Variación de del producto final del ensayo 8	66
Figura 4.28	Estadístico caja y bigote en la variación para elegir la muestra final	66
Figura 4.29	Curva de congelación del helado tipo paletas para diabéticos	71
Figura 4.30	Balance general de materia para el proceso de elaboración de helado tipo paleta para diabéticos	74
Figura 4.31	Etapa de clasificado y cortado del brócoli	76
Figura 4.32	Etapa de escaldado de brócoli (flor).....	77
Figura 4.33	Etapa de triturado de brócoli	78
Figura 4.34	Etapa de dosificación y mezclado	79
Figura 4.35	Etapa de congelación.....	80

Figura 4.36	Etapa de envasado	81
Figura 4.37	Resumen del balance general de materia para el proceso de elaboración... de helado tipo paleta para diabéticos.	82
Figura 4.38	Etapa de escaldado del brócoli	85
Figura 4.39	Etapa de triturado del brócoli	87
Figura 4.40	Congelación del helado.....	87

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Características de calidad del helado de agua	7
Tabla 2.2	Características microbiológicas de los helados de agua.....	8
Tabla 2.3	Valor nutricional del helado de agua.....	11
Tabla 2.4	Valor nutritivo de helado base	12
Tabla 2.5	Valor nutricional del brócoli	14
Tabla 3.1	Nivel de variación de los factores en la etapa de dosificación.	33
Tabla 3.2	Matriz de variables del diseño factorial en el proceso de dosificación	33
Tabla 3.3	Operacionalización de las variables en la elaboración de helado tipo paleta... para diabéticos.....	34
Tabla 4.1	Propiedades físicas del brócoli.....	35
Tabla 4.2	Análisis fisicoquímico del brócoli crudo	36
Tabla 4.3	Análisis microbiológico del brócoli crudo	37
Tabla 4.4	Análisis de micronutrientes del brócoli crudo.....	37
Tabla 4.5	Análisis fisicoquímico del brócoli hervido.....	38
Tabla 4.6	Variación de dosificación en la elaboración de helado para diabéticos.....	40
Tabla 4.7	Estadístico Tukey para el atributo cremosidad	42
Tabla 4.8	Estadístico Tukey para el atributo color.....	43
Tabla 4.9	Estadístico Tukey para el atributo adherencia	43
Tabla 4.10	Estadístico Tukey para el atributo sabor.....	44
Tabla 4.11	Estadístico Tukey para el atributo textura.....	44
Tabla 4.12	Estadístico Tukey para el atributo apariencia	45
Tabla 4.13	Estadístico Tukey para el atributo cremosidad	47
Tabla 4.14	Estadístico Tukey para el atributo sabor.....	47
Tabla 4.15	Estadístico Tukey para el atributo textura.....	48
Tabla 4.16	Estadístico Tukey para el atributo apariencia	48

Tabla 4.17	Estadístico Tukey para el atributo textura.....	50
Tabla 4.18	Análisis de Varianza de la variable respuesta pH en el proceso de..... dosificación.....	51
Tabla 4.19	Análisis de Varianza de la variable respuesta acidez	54
Tabla 4.20	Análisis de Varianza de la variable respuesta para Azúcares..... reductores.....	57
Tabla 4.21	Análisis fisicoquímico del helado de brócoli nivel inferior.....	61
Tabla 4.22	Análisis fisicoquímico del helado de brócoli nivel inferior.....	61
Tabla 4.23	Análisis fisicoquímico del helado de brócoli nivel inferior.....	61
Tabla 4.24	Análisis fisicoquímico del helado de brócoli nivel inferior.....	62
Tabla 4.25	Análisis fisicoquímico del helado de brócoli nivel superior	64
Tabla 4.26	Análisis fisicoquímico del helado de brócoli nivel superior	64
Tabla 4.27	Análisis fisicoquímico del helado de brócoli en el nivel superior	65
Tabla 4.28	Análisis fisicoquímico del helado de brócoli en el nivel superior	65
Tabla 4.29	Estadístico Tukey para el atributo cremosidad	67
Tabla 4.30	Estadístico Tukey para el atributo color	68
Tabla 4.31	Estadístico Tukey para el atributo sabor.....	68
Tabla 4.32	Estadístico Tukey para el atributo textura.....	69
Tabla 4.33	Estadístico Tukey para el atributo apariencia	69
Tabla 4.34	Determinación del tiempo de congelamiento del helado tipo paleta para.... diabéticos.....	70
Tabla 4.35	Análisis fisicoquímico del helado tipo paleta para diabéticos	72
Tabla 4.36	Análisis microbiológico del helado tipo paleta para diabéticos.....	73
Tabla 4.37	Análisis de micronutrientes del helado tipo paleta para diabéticos	73
Tabla 4.38	Capacidades caloríficas en función de la composición de los alimentos ...	84
Tabla 4.39	Resultados de la composición fisicoquímica del brócoli.....	85

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1	Macronutrientes y micronutrientes del helado de agua.....	9
------------	---	---