

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



POR:

**“ELABORACIÓN DE HELADO CREMOSO CON
EXTRACTO LÍQUIDO DE SÉSAMO”**

POR:

SONIA TANIA VARGAS OYOLA

Trabajo 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.

NOVIEMBRE, 2022

TARIJA-BOLIVIA

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

Dedicatoria

El presente trabajo de grado va dedicado principalmente:

A Dios

Por estar siempre presente en cada paso que doy, por brindarme fuerzas para enfrentar con esperanza, amor y determinación, los retos que se presentan en la vida.

A mis padres

Eugenio Vargas Bravo y Lorenza Oyola Escobar, por brindarme su amor incondicional, los conocimientos de vida, los valores éticos y apoyo emocional que siempre me dan para formar mi persona. También por el esfuerzo que realizan para que pueda cumplir un anhelo importante en mi proyecto de vida, **¡Gracias!**

A mis hermanos (a)

Severino, Mario, Eduviges, Elba, María y Sandra por su cariño, la confianza que tienen hacia mí, y brindarme apoyo incondicional en todo momento. **¡Gracias!**

Agradecimiento

Primeramente, agradecer a Dios por estar presente en cada paso que doy y brindarme paz, armonía y darme la fortaleza para seguir adelante.

A mis padres y hermanos (a), por el cariño, amor y valores que me brindan e inculcan y por el apoyo incondicional en todo momento, y también por ser la influencia y motivación en mi persona para seguir el rumbo de mi vida.

A mi docente guía Ing. Valentín Trigo Dimitrov quien me brindó su apoyo durante el desarrollo de elaboración del presente proyecto, gracias.

Asimismo, agradecer al director de carrera Ing. Jesús Zamora, al plantel de docentes de la carrera, por impartir sus conocimientos durante los años de formación académica, en especial a mis tribunales; Ing. Weimar Torrejón Aguirre, Ing. Natividad Condori Villca e Ing. Mirtha Rosa Cuellar Solano, que gracias a sus consejos y conocimientos fueron importantes para la culminación del presente trabajo.

Como así también a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, a la facultad de ciencia y tecnología en especial a la Carrera de Ingeniería de alimentos, a su plantel administrativo y docentes por haberme estructurado como persona y profesional al formar parte en la institución.

De igual forma y no menos importante agradecer a todos mis amigos y compañeros en especial a Jobita Méndez, Soraya Condori, Zaida Gutiérrez, Carolina Miranda, Yaneth Huanca, Gimena Guevara, Claudia Armella, Jimena Zelaya, que fueron un pilar importante durante la etapa de estudiante en la universidad, y agradezco infinitamente el apoyo de una u otra forma hacia mi persona.

ÍNDICE

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN		Página
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	Objetivos general.....	2
1.3.2	Objetivo específico.....	3
1.4	Objeto de estudio.....	3
1.5	Campo de acción.....	3
1.6	Planteamiento del problema.....	4
1.7	Situación problemica.....	4
1.8	Planteamiento de hipótesis.....	4

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO		Página
2.1	Origen del helado.....	5
2.2	Definición del helado.....	5
2.3	Clasificación del helado.....	6
2.4	Composición del helado.....	6
2.5	Características de los helados	8
2.6	Caracterización fisicoquímica.....	8
2.7	Característica nutricional del helado.....	10
2.8	Origen del sésamo	11
2.8.1	Producción del sésamo.....	11
2.8.2	Importancia y usos del sésamo.....	12
2.8.3	Composición nutricional de la semilla de sésamo.....	12
2.8.4	Componentes y propiedades de la semilla de sésamo.....	13
2.9	Insumos para la elaboración de helado con extracto liquido de sésamo.....	15
2.9.1	Agua potable.....	15
2.9.2	Bebida vegetal.....	16
2.9.3	Leche entera.....	16

2.9.4	Leche en polvo.....	16
2.9.5	Crema vegetal.....	17
2.9.6	Azucares.....	17
2.9.7	Aditivos.....	18
2.9.7.1	Estabilizantes.....	18
2.10	Operaciones en el proceso de elaboración de helado.....	19
2.10.1	Mezcla.....	19
2.10.2	Homogenización.....	19
2.10.3	Maduración de la mezcla.....	20
2.10.4	Batido.....	20
2.10.5	Congelación.....	21
2.11	Congelación de alimentos.....	21
2.11.1	Las características principales del método.....	22
2.11.2	Métodos de congelación de helados	23
2.11.3	Punto de congelación.....	23

CAPÍTULO III METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Página

3.1	Desarrollo de la parte experimental	24
3.2	Tipo de intervención del trabajo de investigación a nivel experimental.....	24
3.3	Paradigma investigativo.....	24
3.4	Paradigma positivista.....	25
3.5	Enfoque de la investigación.....	26
3.6	Tipo de investigación.....	26
3.7	Metodos-tecnicas e instrumentos.....	26
3.7.1	Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del extracto liquido de sésamo.....	27
3.7.2	Análisis fisicoquímico del extracto liquido de sésamo.....	27
3.7.3	Análisis fisicoquímico y microbiológico del helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	28
3.7.4	Análisis fisicoquímico de la mezcla del helado cremoso con extracto liquido de sésamos.....	29

3.8	Materia prima, insumos alimentarios y aditivos alimentarios para la elaboración de helado cremoso con extracto de sésamo.....	29
3.9	Reactivos de laboratorio utilizados durante la parte experimental.....	30
3.10	Equipos, instrumentos, materiales de laboratorio y utensilios de cocina.....	30
3.10.1	Equipos del proceso de elaboración de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	30
3.10.2	Instrumentos de laboratorio.....	31
3.10.3	Material de laboratorio.....	31
3.10.4	Utensilios de cocina.....	32
3.11	Diagrama del proceso de elaboración de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	32
3.12	Descripción del proceso de obtención de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	34
3.12.1	Recepción y lavado.....	34
3.12.2	Remojo.....	34
3.12.3	Triturado.....	34
3.12.4	Filtrado.....	35
3.12.5	Dosificación y mezclado.....	36
3.12.6	Pasteurización.....	36
3.12.7	Maduración.....	36
3.12.8	Batido.....	36
3.12.9	Congelado.....	37
3.12.10	Envasado y etiquetado.....	37
3.12.11	Almacenamiento.....	37
3.13	Análisis sensorial de los alimentos.....	38
3.13.1	Aplicación de la evaluación sensorial para la obtención de helado cremosos con extracto liquido de sésamo.....	38
3.14	Diseño experimental	39
3.14.1	Diseño factorial 2^k	39
3.14.2	Diseño de 2^3 factores para la dosificación del proceso de elaboración de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	39
3.15	Operacionalizacion de variables del presente proyecto de	

investigación.....	40
--------------------	----

CAPÍTULO IV ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS **Página**

4.1	Caracterización del extracto liquido de sésamo, para uso en la elaboración de helado cremoso.....	43
4.1.1	Análisis fisicoquímico del extracto liquido de sésamo.....	43
4.1.2	Análisis microbiológico del extracto liquido de sésamo.....	44
4.2	Caracterización de las variables del proceso del helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	45
4.2.1	Pruebas preliminares para la obtención de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	45
4.2.2	Primera prueba preliminar de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	46
4.2.3	Segunda prueba preliminar de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	47
4.2.3.1	Estadístico caja y bigote de pruebas preliminares en la dosificación para la obtención de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	48
4.2.3.2	Estadístico de Tukey para atributo sabor, color, olor, textura y apariencia de las muestras en la segunda prueba preliminar.....	50
4.2.4	Tercera prueba preliminar de evaluación sensorial para la selección de la muestra elegida en la obtención de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	52
4.2.4.1	Estadístico caja y bigote de pruebas preliminares en la dosificación de obtención de helado cremoso con extracto liquido de sésamo para la selección de la muestra elegida.....	53
4.2.4.2	Estadístico de Tukey para atributo sabor, color, dulzor, textura y apariencia, para la selección de la muestra en la prueba preliminar..	54
4.2.5	Diseño factorial 2^3 de las variables en la etapa de dosificación de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	56
4.2.5.1	Variable respuesta solidos solubles en la etapa de dosificación de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	57

4.2.5.2	Variable respuesta pH en la etapa de dosificación de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	60
4.2.5.3	Variable respuesta de acidez en la etapa de dosificación de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	63
4.2.6	Evaluación sensorial del diseño factorial 2^3 en el tratado de las variables de proceso para la obtención de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	66
4.2.6.1	Desglose de la aplicación del diseño factorial 2^3 nivel inferior, en la dosificación del proceso de obtención de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	67
4.2.6.2	Estadístico caja y bigote del diseño factorial nivel inferior.....	67
4.2.6.3	Estadístico de Tukey del atributo sabor, dulzor para selección de la muestra elegida en la prueba de diseño factorial nivel inferior.....	68
4.2.6.4	Desglose en la aplicación de diseño factorial 2^3 nivel superior, en la dosificación del proceso de obtención de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	69
4.2.6.5	Estadístico caja y bigote para el diseño superior del diseño experimental.....	70
4.2.6.6	Estadístico de Tukey para atributo sabor, color y dulzor, para selección de la muestra elegida en la prueba de diseño factorial nivel superior.....	71
4.2.7	Aplicación de la evaluación sensorial para la selección de la muestra final en las pruebas experimental, para la obtención de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	73
4.2.7.1	Estadístico de Tukey para atributo sabor, dulzor y textura de las muestras ganadoras, para selección de la muestra final.....	74
4.3	Caracterización del producto final, helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	76
4.3.1	Análisis fisicoquímico del helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	76
4.3.2	Análisis microbiológico del helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	77
4.3.3	Determinación del punto de congelación mediante la curva	

	experimental de congelación del helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	77
4.3.4	Determinación de la viscosidad de la mezcla de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	79
4.4	Balance de materia en el proyecto de elaboración de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	81
4.4.1	Balance de materia en la etapa de lavado del grano de sésamo.....	82
4.4.2	Balance de materia en la etapa de reposo del grano de sésamo.....	82
4.4.3	Balance de materia en la etapa de triturado del grano de sésamo.....	83
4.4.4	Balance de materia en la etapa de dosificación y mezclado.....	84
4.4.5	Balance de materia en la etapa de pasteurización.....	85
4.4.6	Balance de materia en la etapa de maduración.....	87
4.4.7	Balance de materia en la etapa de batido.....	88
4.4.8	Balance de materia en la etapa de congelación.....	88
4.4.9	Rendimiento del proceso de obtención de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	89
4.4.10	Resumen general del balance de materia para el proceso de elaboración de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	89
4.5	Balance de energía para la elaboración de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	91
4.5.1	Balance de energía en la etapa de pasteurización.....	95
4.5.2	Balance de energía en la etapa de congelación.....	97
4.5.3	Calculo de energía eléctrica.....	98

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **Página**

5.1	Conclusiones.....	94
5.2	Recomendaciones.....	95

Bibliografía

Anexos

INDICE DE TABLAS

Página

2.1	Composición nutricional de los helados	10
2.2	Composición nutricional de la semilla de sésamo.....	12
2.3	Características de congelación y pasteurización en helados.....	22
3.1	Nivel de variación de los factores en el proceso de dosificación.....	27
3.2	Matriz de variables del diseño en el proceso de dosificación.....	41
3.3	Operacionalización de las variables del proceso de investigación.....	42
4.1	Análisis fisicoquímico del extracto líquido de sésamo.....	43
4.1.1	Análisis fisicoquímico del extracto líquido de sésamo.....	44
4.2	Análisis microbiológico del extracto líquido de sésamo.....	44
4.3	Variación de dosificación en la elaboración de helado.....	46
4.4	Estadístico de Tukey para atributo sabor.....	50
4.5	Estadístico de Tukey para atributo color.....	50
4.6	Estadístico de Tukey para atributo olor.....	51
4.7	Estadístico de Tukey para atributo textura.....	51
4.8	Estadístico de Tukey para atributo apariencia.....	52
4.9	Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de muestras, atributo sabor.....	54
4.10	Pruebas simultáneas de Tukey para diferencia de muestras, atributo color.....	54
4.11	Pruebas simultáneas de Tukey para diferencia de muestras, atributo dulzor.....	55
4.12	Pruebas simultáneas de Tukey para diferencia de muestras, atributo textura.....	55
4.13	Pruebas simultáneas de Tukey para diferencia de muestras, atributo apariencia.....	56
4.14	Análisis de varianza para la variable respuesta sólidos solubles.....	57
4.15	Análisis de varianza para la variable respuesta pH.....	60
4.16	Análisis de varianza para la variable respuesta acidez.....	64
4.17	Pruebas simultáneas de Tukey para diferencia de muestras.....	69
4.18	Pruebas simultáneas de Tukey para diferencia de muestras.....	69
4.19	Pruebas simultáneas de Tukey para diferencia de muestras.....	72

4.20	Pruebas simultaneas de Tukey para diferencia de muestras.....	72
4.21	Pruebas simultaneas de Tukey para diferencia de muestras.....	72
4.22	Pruebas simultaneas de Tukey para diferencia de muestras.....	75
4.23	Pruebas simultaneas de Tukey para diferencia de muestras.....	75
4.24	Pruebas simultaneas de Tukey para diferencia de muestras.....	75
4.25	Análisis fisicoquímico del helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	76
4.26	Análisis microbiológico del helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	77
4.27	Datos obtenidos para el punto de congelación.....	78
4.28	Variación de la viscosidad en función a cada muestra.....	79
4.29	Capacidades caloríficas en función de la composición de los alimentos.....	91
4.30	Composición fisicoquímica del extracto liquido de sésamo.....	91
4.31	Composición fisicoquímica de crema vegetal.....	92
4.32	Composición fisicoquímica de dextrosa.....	92
4.33	Composición fisicoquímica de la súper liga neutra.....	93
4.34	Capacidades caloríficas.....	93

INDICE DE FIGURAS

	Página	
2.1	Clasificación del tipo de helado de acuerdo a su composición.....	6
2.2	Funciones y limitaciones de los componentes del helado.....	7
2.3	Características sensoriales del helado.....	8
2.4	Producción por año agrícola del sésamo.....	11
2.5	Método de congelación del helado.....	23
3.1	Métodos y/o técnicas de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del extracto liquido de sésamo.....	27
3.2	Análisis fisicoquímico del extracto liquido de sésamo.....	28
3.3	Métodos y técnicas de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del helado cremoso con extracto liquido de sésamo	28
3.4	Análisis fisicoquímico del extracto liquido de sésamo.....	29
3.5	Materia prima, insumos y aditivos alimentarios utilizados en el proceso	

de elaboración del producto.....	29
3.6 Reactivos químicos utilizados en el trabajo de investigación.....	30
3.7 Equipos del proceso de elaboración de helado cremoso con extracto líquido de sésamo.....	30
3.8 Instrumentos de elaboración de helado cremoso con extracto líquido de sésamo.....	31
3.9 Materiales de laboratorio para la parte experimental del helado.....	31
3.10 Utensilios de cocina utilizados para la parte experimental.....	32
3.11 Diagrama del proceso de obtención de helado cremoso con extracto líquido de sésamo.....	33
3.12 Recepción y lavado.....	34
3.13 Remojo.....	34
3.14 Triturado.....	34
3.15 Filtrado.....	35
3.16 Dosificación y mezclado.....	35
3.17 Pasteurización.....	36
3.18 Maduración.....	36
3.19 Batido.....	36
3.20 Congelado.....	37
3.21 Envasado y etiquetado.....	37
3.22 Almacenamiento.....	37
3.23 Esquema del proceso de evaluación sensorial.....	38
4.1 Esquema de las pruebas preliminares para la obtención de helado cremoso con extracto líquido de sésamo.....	45
4.2 Dosificación para las pruebas preliminares.....	46
4.3 Pruebas preliminares de helado.....	47
4.4 Dosificación para las pruebas preliminares.....	48
4.5 Caja y bigote de la variación en la dosificación del tipo de emulsificante en la segunda prueba preliminar.....	49
4.6 Prueba preliminar en la dosificación para selección de la muestra elegida.....	52
4.7 Caja y bigote en la variación en la dosificación para seleccionar la muestra elegida.....	53

4.8	Efectos principales para solidos solubles.....	58
4.9	Interacción de factores para solidos solubles.....	58
4.10	Diagrama de Pareto estandarizado para solidos solubles.....	59
4.11	Efectos principales para pH.....	61
4.12	Interacción de factores para pH.....	62
4.13	Diagrama de Pareto estandarizado para pH.....	63
4.14	Efectos principales para acidez.....	64
4.15	Interacción de factores para acidez.....	65
4.16	Diagrama de Pareto de factores para acidez.....	66
4.17	Dosificación del nivel inferior del diseño experimental 2^3	67
4.18	Caja y bigote del nivel inferior en el diseño factorial.....	68
4.19	Dosificación del nivel superior del diseño factorial 2^3	70
4.20	Caja y bigote del nivel superior en el diseño factorial.....	71
4.21	Dosificación de las muestras ganadoras.....	73
4.22	Caja y bigote del nivel superior del diseño factorial, muestras ganadoras.....	74
4.23	Curva de congelamiento del helado.....	78
4.24	Curva de viscosidad de las muestras.....	80
4.25	Balance de materia general en el proceso de elaboración de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	81
4.26	Etapa de lavado de la semilla de sésamo.....	82
4.27	Etapa de lavado y remojo del sésamo.....	83
4.28	Etapa de triturado y filtrado del sésamo.....	83
4.29	Etapa de dosificación y mezclado.....	84
4.30	Etapa de pasteurización de la mezcla de helado.....	86
4.31	Etapa de maduración.....	87
4.32	Etapa de batido de la mezcla del helado.....	88
4.33	Etapa de congelado del helado.....	89
4.34	Resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración de helado cremoso con extracto liquido de sésamo.....	90
4.35	Balance de energía en la etapa de pasteurización.....	95
4.34	Balance de energía en la etapa de congelado.....	97