

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**DESARROLLO Y APLICACIÓN DE PROCESOS
TECNOLÓGICOS PARA LA ELABORACIÓN DE
MERMELADA A BASE DE LACAYOTE (*Cucúrbita Ficifolia B.*)**

ELABORADO POR:

ROXANA CHOQUE ALCOBA

Trabajo Final de Grado presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar al grado Académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

Mayo, 2014

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIAS:

A Dios por haberme permitido lograr una de mis metas propuestas, por ser mi luz, mi fortaleza, mi esperanza y por dejarme llegar hasta este día

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional y cariño.

AGRADECIMIENTOS:

Gracias a mi docente guía por su tiempo, esfuerzo, paciencia y consejos.

A todos mis docentes por guiarme en mi formación profesional, por su tiempo, por su paciencia y por su entrega.

Especialmente al Ing. Jesús Zamora y al Ing. Weimar Torrejón por compartir conmigo sus experiencias, por sus consejos y apoyo en el desarrollo de mi trabajo pero sobre todo por su amistad y enseñarme a entender que el esfuerzo tiene su recompensa.

A mis amigas: Andrea, Jenny y Fanny por su verdadera amistad, apoyo, por compartir momentos especiales, por enseñarme el valor de las cosas y por permitirme entrar en sus vidas.

Agradecerles de todo corazón a mis docentes Ingenieros: Luis Fernando Zenteno, José Johnny Mercado, Jesús Zamora, Weimar Torrejón y Beatriz Sosa por su apoyo económico para la impresión de mi trabajo.

A todos los que se involucraron de una o de otra manera para que lograra este objetivo de vida.

INDICE GENERAL

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVO ESPECIFICO.....	4
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL.....	5
1.5. HIPÓTESIS GENERAL.....	5

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	6
2.1.1. DESCRIPCIÓN DEL LACAYOTE.....	6
2.1.1.1. ORIGEN.....	6
2.1.1.2. INFORMACION TAXONÓMICA.....	6
2.1.1.3. MORFOLOGÍA.....	7
2.1.1.4. FISIOLOGÍA.....	9
2.1.1.5. REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS.....	10
2.1.1.6. COSECHA.....	10
2.1.1.7. POSCOSECHA.....	11
2.1.1.8. ALMACENAMIENTO.....	11
2.1.1.9. USOS Y VENTAJAS.....	11
2.1.1.10. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.....	12
2.1.2. INSUMOS ALIMENTARIO.....	15
2.1.2.1. SACAROSA DE CAÑA AZÚCAR.....	15
2.1.2.2. ÁCIDO CÍTRICO.....	16
2.1.2.3. PECTINA.....	16
2.1.2.4. GLUCOSA.....	17
2.1.2.5. CONSERVADORES INORGÁNICOS.....	17
2.1.2.6. CONSERVADORES Y AROMATIZADORES ORGÁNICOS.....	18
2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CONSERVAS VEGETALES DULCES.....	21
2.2.1. PRINCIPALES OPERACIONES EN LA ELABORACIÓN DE CONSERVAS.....	23
2.2.2. TIPOS DE TRATAMIENTO TERMICO.....	26
2.2.2.1. ESCALDADO.....	27
2.2.2.2. LA PASTEURIZACIÓN.....	28
2.2.2.3. ESTERILIZACIÓN.....	29
2.3. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO.....	29
2.3.1. FACTORES IMPORTANTES PARA OBTENER UNA BUENA GELIFICACIÓN.....	30

2.3.2. DEFECTOS EN LAS MERMELADAS.....	31
2.3.3. PROCESO DE ELABORACIÓN.....	34
2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS EMPAQUES.....	37
2.4.1. EMPAQUES FLEXIBLES.....	37
2.4.1.1. TIPOS DE PLÁSTICOS PARA ENVASADO DE ALIMENTOS.....	37
2.4.2. EL VIDRIO EN EL ENVASADO DE ALIMENTOS.....	37
2.4.2.1. VENTAJAS DEL ENVASADO DE ALIMENTOS EN VIDRIO.....	38

CAPITULO III: METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1. INTRODUCCIÓN.....	40
3.2. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS, MATERIALES, MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	40
3.2.1. EQUIPOS.....	40
3.2.2. MATERIAL DE LABORATORIO.....	45
3.2.3. MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	46
3.3. DESCRIP. PROCESO DE ELABORACIÓN DE MERMELADA DE LACAYOTE.....	47
3.3.1. Recepción y Selección.....	48
3.3.2. Lavado y Pesado.....	49
3.3.3. Pelado Manual.....	49
3.3.4. Extracción y pesado de la pulpa.....	50
3.3.5. Cocción y triturado.....	51
3.3.6. Concentración y Punto de Gelificación.....	52
3.3.7. Transvase.....	53
3.3.8. Envasado.....	53
3.3.9. Enfriado.....	54
3.3.10. Etiquetado.....	55
3.3.11. Almacenado.....	55
3.4. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS.....	56
3.4.1. PROPIEDADES FÍSICAS EN LA MATERIA PRIMA.....	56
3.4.2. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS EN LA MATERIA PRIMA.....	57
3.4.3. CONTROL DE CALIDAD EN EL PRODUCTO FINAL.....	58
3.4.4. ANÁLISIS SENSORIALES DEL PRODUCTO.....	60
3.4.4.1. EVAL. S. PARA DETERMINAR LA DOSIF. DE INGREDIENTES.....	60
3.4.4.2. EVAL. SENSORIAL PARA EL PRODUCTO FINAL.....	60
3.4.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	60
3.4.5.1. D. FACTORIAL, DOSIF. DE INGREDIENTES, TIEM. DE GELIFICACIÓN....	61

CAPITULO IV: CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	63
4.1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MATERIA PRIMA.....	63
4.1.2. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA.....	64

4.2. DETERMINACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES.....	65
4.2.1. EVAL. S. PARA DETERMINAR LA DOSIF. DE INGREDIENTES.....	65
4.2.1.1. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO APARIENCIA.....	67
4.2.1.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR.....	70
4.2.1.3. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA.....	72
4.2.1.4. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR.....	75
4.2.1.5. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA.....	78
4.3. VARIACIÓN DE SOLIDOS SOLUBLES EN LA OPERACIÓN DE CONCENTRACIÓN...	80
4.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.....	81
4.5. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO.....	82
4.5.1. ANALISIS DE VARIANZA DE ATRIBUTOS SENSORIALES DEL PRODUCTO....	84
4.6. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO.....	84
4.6.1. ANÁL. FISICOQUÍMICO DEL PRODUCTO MERMELADA. DE LACAYOTE.....	84
4.6.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO TERMINADO.....	85
4.7. BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN.....	86
4.7.1. B.M. EN LA OPERACIÓN DE ACONDICIONAMIENTO.....	88
4.7.2. B.M. EN LA OPERACIÓN DE COCCIÓN.....	89
4.7.3. B.M. EN LA OPERACIÓN DE TRITURACIÓN.....	90
4.7.4. B.M. EN LA OPERACIÓN DE CONCENTRACIÓN Y GELIFICACIÓN.....	91
4.7.5. RESUMEN GENERAL DEL BALANCE DE MATERIA.....	94
4.8. BALANCE DE ENERGÍA PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN.....	95
4.8.1. BALANCE DE ENERGÍA PARA LA OPERACIÓN DE COCCIÓN.....	95
4.8.2. BALANCE DE ENERGÍA PARA LA OPERACIÓN DE CONCENTRACIÓN.....	98
4.8.3. CAL. Q TOTAL REQUERIDO EN LA OPERACIÓN DE COCC-CONCENTR.....	101
 CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. CONCLUSIONES.....	102
5.2. RECOMENDACIONES.....	103
BIBLIOGRAFÍA.....	104

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.1. Nombres comunes en América de la cucúrbita ficifolia.....	3
Tabla 2.1. Composición química del lacayote.....	13
Tabla 2.2. Contenido de vitaminas y minerales en el lacayote.....	14
Tabla 2.3. Tratamiento térmico (pasteurización).....	28
Tabla 3.1. Descripción del material de laboratorio.....	28
Tabla 3.2. Características físicas del lacayote en estado maduro.....	56
Tabla 3.3. Valores promedio de los parámetros físicos del lacayote.....	57
Tabla 3.4. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del lacayote.....	58
Tabla 3.5. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del producto.....	59
Tabla 3.6. Análisis microbiológicos del producto terminado (mermelada).....	60
Tabla 3.7. Niveles de variación de azúcar, ácido cítrico y tiempo de gelificación.	61
Tabla 3.8. Análisis de varianza para los °Brix en los factores en estudio.....	62
Tabla 3.9. Sólidos solubles en los tratamientos.....	62
Tabla 4.1. Características físicas del Lacayote en estado maduro.....	63
Tabla 4.2. Valores promedio de las características físicas del Lacayote.....	64
Tabla 4.3. Análisis fisicoquímicos de la materia prima.....	64
Tabla 4.4. Formulaciones de las muestras del diseño.....	65
Tabla 4.5. Eval. sensorial hedónica para determinar la dosif. de ingredientes.....	66
Tabla 4.6. Eval. Sensorial (%) para determinar la dosificación de ingredientes....	67
Tabla 4.7. Análisis de varianza del atributo apariencia en dosif. de ingredientes...	68
Tabla 4.8. Prueba de Duncan del atributo apariencia en dosif. de ingredientes.....	69
Tabla 4.9. Análisis de varianza del atributo color en dosif. de ingredientes.....	71
Tabla 4.10. Análisis de varianza del atributo aroma en dosif. de ingredientes.....	73
Tabla 4.11. Prueba de Duncan del atributo aroma en dosif. de ingredientes.....	74
Tabla 4.12. Análisis de varianza del atributo sabor en dosif. de ingredientes.....	76
Tabla 4.13. Prueba de Duncan del atributo sabor en dosif. de ingredientes.....	77
Tabla 4.14. Análisis de varianza, atributo consistencia en dosif. de ingredientes...	79
Tabla 4.15. Variación de los °Brix en la pulpa.....	80
Tabla 4.16. Datos medidos en laboratorio (refractómetro).....	81
Tabla 4.17. Matriz de interacciones de las muestras de mermelada.....	81
Tabla 4.18. ANVA de los °Brix en las variables en estudio, para un diseño 2 ³	82
Tabla 4.19. Evaluación sensorial de los atributos del producto.....	83
Tabla 4.20. Evaluación sensorial porcentual de los atributos del producto.....	83
Tabla 4.21. Análisis de varianza de los atributos en el producto final.....	84
Tabla 4.22. Propiedades fisicoquímicas del producto terminado.....	85
Tabla 4.23. Análisis microbiológico del producto terminado mermelada.....	85

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Cucúrbita ficifolia Bouché.....	6
Figura 2.2. Partes del tallo.....	8
Figura 2.3. Semillas de Cucúrbita ficifolia B.....	9
Figura 2.4. Canela (Cinnamomum zeylanicum).....	19
Figura 2.4. Clavo de olor seco.....	20
Figura 2.5. Principales operaciones para la elaboración de Conservas Dulces....	23
Figura 2.6. Diagrama de flujo de mermeladas.....	34
Figura 3.1. Balanza analítica digital.....	40
Figura 3.2. Balanza electrónica.....	41
Figura 3.3. Licuadora manual.....	42
Figura 3.4. Cocina a gas.....	42
Figura 3.5. Viscosímetro RAYPA-RP-1-R.....	43
Figura 3.6. Refractómetro digital de ABBE COMECTA-WYA-S.....	43
Figura 3.7. pHmetro de bolsillo.....	44
Figura 3.7. Refractómetro de bolsillo.....	44
Figura 3.9. D. de flujo del proceso de elaboración de mermelada de lacayote.....	47
Figura 3.10. Lacayote verde.....	48
Figura 3.11. Lacayote maduro.....	48
Figura 3.12. Lacayote sobremaduro.....	48
Figura 3.13. Lacayote recolectado.....	48
Figura 3.14. Lavado.....	49
Figura 3.15. Pelado manual.....	50
Figura 3.16. Cortado.....	50
Figura 3.17. Troceado en cubos.....	51
Figura 3.18. Cocción.....	51
Figura 3.19. Concentración.....	52
Figura 3.20. Trasvase.....	53
Figura 3.21. Envasado.....	54
Figura 3.22. Enfriado.....	55
Figura 3.22. Enfriado.....	55
Figura 3.22. Etiquetado.....	55
Figura. 4.1. (%) de aceptación del atributo apariencia en dosif. de ingredientes...	67
Figura. 4.2. (%) de aceptación del atributo color en dosif. de ingredientes.....	70
Figura. 4.3. (%) de aceptación del atributo aroma en dosif. de ingredientes.....	72
Figura. 4.4. (%) de aceptación del atributo sabor en dosif. de ingredientes.....	75
Figura. 4.5. (%) de aceptación, atributo consistencia en dosif. de ingredientes...	78
Figura. 4.6. Grafica de los °Brix vs tiempo en la pulpa.....	80

Figura 4.7. Porcentaje de aceptación para el producto.....	83
Figura 4.8. D.F. general de balance de materia en el proceso de elaboración.....	87
Figura 4.9. D.F. de balance de materia de la operación de acondicionamiento...	88
Figura 4.10. D.F. de balance de materia de la operación de cocción.....	89
Figura 4.11. D.F. de balance de materia de la operación de trituración.....	90
Figura 4.12. D.F. de B.M. de la operación de concentración y gelificación.....	91
Figura 4.13. Resumen general del abalance de materia en el proceso.....	94
Figura 4.14. D.F. del balance de energía en la operación de cocción.....	95
Figura 4.15. D.F. del balance de energía en la operación de concentración.....	98

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I

- ANEXO I.A. Test de evaluación sensorial en escala hedónica para determinar la dosificación de ingredientes
- ANEXO I.B. Test de evaluación sensorial en escala hedónica de 5 puntos para el Producto final

ANEXO II

- ANEXO II.A Evaluación sensorial para determinar la dosificación de ingredientes(Test de eval. sensorial en escala hedónica de 9 puntos)
- ANEXO II.B Evaluación sensorial del producto(Test de evaluación sensorial en escala hedónica de 5 puntos)

ANEXO III

- ANEXO III.A Procedimiento para el Análisis de varianza y pruebas de Duncan
- ANEXO III.B Evaluación sensorial del atributo Apariencia para determinar la dosificación de ingredientes.
- ANEXO III.C Evaluación sensorial del atributo Color para determinar la dosificación de ingredientes.
- ANEXO III.D Evaluación sensorial del atributo Aroma para determinar la dosificación de ingredientes.
- ANEXO III.E Evaluación sensorial del atributo Sabor para determinar la dosificación de ingredientes.
- ANEXO III.F Evaluación sensorial del atributo Consistencia para determinar la dosificación de ingredientes.

ANEXO IV

- ANEXO IV.A Procedimiento para la resolución del diseño factorial 2^3
- ANEXO IV.B Arreglo matricial y resultados del diseño factorial 2^3

ANEXO V

- ANEXO V.A Métodos utilizados en los análisis fisicoquímicos

ANEXO VI

ANEXO VI. Tablas