

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y**  
**CIENCIA DE LOS ALIMENTOS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



**“ELABORACIÓN DE MERMELADA DE ZANAHORIA”**

**Por:**

**XIMENA LEIDA ESPINOZA MAMANI**

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 de 2011**

**TARIJA – BOLIVIA**

**V°B°**

.....  
Ing. Erick Ramírez Ruiz  
PROFESOR GUÍA

.....  
Ing. Luis Alberto Yurquina  
DECANO

.....  
Lic. Gustavo Succi Aguirre  
VICEDECANO

.....  
Ing. Ignacio Velázquez  
DIRECTOR DEL DPTO DE PROCESOS INDUSTRIALES  
BIOTECNOLÓGICOS Y AMBIENTALES

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

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres:

Zacarías Espinoza e Hilda  
Mamani, por su amor,  
comprensión y el apoyo  
incondicional durante todos estos  
años de mí vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios, por guiarme y estar junto a mí en cada etapa de mi vida, por su ayuda y fortaleza incondicional para seguir adelante.

A mi docente guía Ing. Erick Ramírez Ruiz por su permanente asesoramiento y conocimientos impartidos; con su valiosa ayuda para concluir el presente trabajo.

A todos los docentes de la carrera de Ingeniería de Alimentos por brindarme sus conocimientos.

A mi familia por todo su amor y apoyo incondicional.

Es, pues, la fe la certeza de lo que se espera, la convicción de lo que no se ve. (Hebreos 11:1).

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece. (Filipenses 4:13).

## **CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN**

	<b>Página</b>
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Planteamiento del problema general.....	5
1.5 Planteamiento de la hipótesis general.....	5

## **CAPÍTULO II DISEÑO TEÓRICO**

2.1 Origen de la zanahoria.....	6
2.2 Descripción botánica.....	6
2.3 Descripción taxonómica.....	6
2.4 Clasificación o variedades.....	7
2.4.1 Chantenay.....	7
2.4.2 Nantes.....	7
2.4.3 Danvers.....	8
2.4.4 Kuroda.....	8
2.5 Características de calidad de la zanahoria.....	9
2.6 Cultivo de la zanahoria.....	10
2.7 Exigencias climáticas.....	10
2.7.1 Temperatura.....	11
2.7.2 Humedad.....	11
2.7.3 Luz.....	11
2.8 La planta.....	12
2.8.1 Raíz.....	12
2.8.2 Hojas.....	12
2.8.3 Flores.....	12
2.9 Composición química de la zanahoria.....	13

2.10	Propiedades medicinales de la zanahoria.....	14
2.11	La zanahoria como materia prima.....	15
2.12	Mermelada de frutas.....	15
2.13	Defectos en la elaboración de mermeladas.....	16
2.13.1	Mermelada floja o poco firme .....	16
2.13.2	Sinéresis o sangrado.....	17
2.13.3	Cristalización.....	17
2.14	Insumos para la elaboración de la mermelada.....	17
2.14.1	Azúcar.....	18
2.14.2	Pectina.....	18
2.14.3	Ácido cítrico.....	18
2.14.4	Benzoato de sodio.....	19
2.15	Proceso de elaboración de mermelada de zanahoria.....	19
2.15.1	Materia prima.....	19
2.15.2	Pelado.....	19
2.15.3	Triturado.....	20
2.15.4	Concentración.....	20
2.15.5	Envasado.....	20

### **CAPÍTULO III METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

3.1	Introducción.....	21
3.2	Descripción de equipos, materiales, materia prima e insumos.....	21
3.2.1	Equipos.....	21
3.2.2	Materiales de laboratorio.....	24
3.2.3	Materia prima e insumos.....	25
3.3	Descripción del proceso elaboración de mermelada de zanahoria.....	26
3.3.1	Zanahoria.....	28
3.3.2	Selección.....	28
3.3.3	Lavado.....	28
3.3.4	Pesado .....	29



3.3.5	Pelado .....	29
3.3.6	Cortado.....	29
3.3.7	Pesado.....	30
3.3.8	Pre cocción.....	30
3.3.9	Enfriado.....	31
3.3.10	Triturado.....	31
3.3.11	Acondicionamiento.....	32
3.3.12	Concentración.....	32
3.3.13	Envasado.....	33
3.4	Metodología para obtención de los resultados.....	35
3.4.1	Propiedades físicas de la materia prima.....	35
3.4.2	Propiedades fisicoquímicas de la materia prima.....	35
3.4.3	Análisis fisicoquímico del producto.....	36
3.4.4	Análisis microbiológico del producto.....	37
3.4.5	Análisis sensorial del producto.....	37
3.4.5.1	Evaluación sensorial para determinar la dosificación de ingredientes.....	38
3.4.5.2	Evaluación sensorial del producto.....	38
3.4.6	Diseño experimental.....	38
3.4.6.1	Dosificación de ingredientes.....	38

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

4.1	Caracterización de la materia prima.....	40
4.1.1	Características físicas de la materia prima.....	40
4.1.2	Análisis fisicoquímicos de la materia prima.....	41
4.2	Determinación de la dosificación de ingredientes.....	42
4.2.1	Evaluación sensorial para determinar la dosificación de ingredientes....	42
4.2.1.1	Evaluación sensorial del atributo color para determinar la dosificación de ingredientes.....	43
4.2.1.1.1	Análisis de varianza del atributo color para determinar la dosificación de	

	ingredientes.....	44
4.2.1.2	Evaluación sensorial del atributo olor para determinar la dosificación de ingredientes.....	45
4.2.1.2.1	Análisis de varianza del atributo olor para determinar la dosificación de ingredientes.....	46
4.2.1.3	Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la dosificación de ingredientes.....	47
4.2.1.3.1	Prueba de Duncan del atributo sabor para determinar la dosificación de ingredientes.....	48
4.2.1.4	Evaluación sensorial del atributo textura para determinar la dosificación de ingredientes.....	50
4.2.1.4.1	Prueba de Duncan del atributo textura para determinar la dosificación de ingredientes.....	51
4.3	Variación de solidos solubles en el proceso de la concentración.....	53
4.4	Diseño experimental para determinar las variables en el proceso de concentración.....	54
4.4.1	Análisis de varianza de la dosificación de ingredientes.....	55
4.5	Caracterización del producto.....	56
4.5.1	Análisis fisicoquímico del producto.....	56
4.5.2	Análisis microbiológico del producto.....	57
4.6	Evaluación sensorial del producto.....	58
4.6.1	Análisis de varianza de los atributos sensoriales del producto.....	59
4.7	Balance de materia en el proceso de elaboración de mermelada de zanahoria.....	60
4.7.1	Balance de materia para el proceso de pelado.....	62
4.7.2	Balance de materia en el proceso de pre cocción.....	62
4.7.3	Balance de materia en el proceso de triturado y pesado.....	64
4.7.4	Balance de materia en el proceso de mezclado I de ingredientes.....	65
4.7.5	Balance de materia en el proceso de mezclado II de ingredientes.....	65
4.7.6	Balance de materia en el proceso de concentración.....	66
4.8	Balance de energía para la elaboración de la mermelada de zanahoria....	67

4.8.1	Balance de energía en el proceso de pre cocción.....	68
4.8.2	Balance de energía en el proceso de la concentración.....	70

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	Conclusiones.....	73
5.2.	Recomendaciones.....	75
	Bibliografía.....	76
	Anexos	

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Página</b>
Tabla 1.1	Superficie y producción de cultivo de zanahoria en el departamento de Tarija.....	3
Tabla 2.1	Taxonomía de la zanahoria.....	7
Tabla 2.2	Composición química de la zanahoria.....	14
Tabla 3.1	Descripción del material de laboratorio.....	25
Tabla 3.2	Materia prima para la elaboración de la mermelada.....	26
Tabla 3.3	Métodos y parámetros fisicoquímicos de la zanahoria.....	36
Tabla 3.4	Parámetros fisicoquímicos del producto.....	36
Tabla 3.5	Parámetros microbiológicos del producto.....	37
Tabla 3.6	Niveles de variación de los factores en el proceso de concentración.....	39
Tabla 3.7	Arreglo factorial en la etapa de dosificación de ingredientes.....	39
Tabla 4.1	Características físicas de la zanahoria.....	40
Tabla 4.2	Valores promedio de las características físicas de la zanahoria.....	41
Tabla 4.3	Análisis fisicoquímico de la materia prima.....	41
Tabla 4.4	Evaluación sensorial hedónica para determinar la dosificación de ingredientes.....	42
Tabla 4.5	Evaluación sensorial porcentual para determinar la dosificación de ingredientes.....	43
Tabla 4.6	Análisis de varianza del atributo color para la dosificación de ingredientes.....	45
Tabla 4.7	Análisis de varianza del atributo olor para determinar la dosificación de ingredientes.....	47
Tabla 4.8	Prueba de Duncan del atributo sabor para la dosificación de ingredientes.....	49
Tabla 4.9	Prueba de Duncan del atributo textura para determinar la dosificación de ingredientes.....	52
Tabla 4.10	Variación de los sólidos solubles.....	53
Tabla 4.11	Arreglo matricial y resultados del diseño factorial en la	

	concentración.....	55
Tabla 4.12	Análisis de varianza del proceso de dosificación de ingredientes...	55
Tabla 4.13	Análisis fisicoquímico del producto.....	57
Tabla 4.14	Análisis microbiológico del producto.....	57
Tabla 4.15	Evaluación sensorial de los atributos sensoriales del producto.....	58
Tabla 4.16	Evaluación sensorial porcentual de los atributos sensoriales para el producto.....	58
Tabla 4.17	Análisis de varianza del atributo color, olor y textura del producto..	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 2.1	Clasificación de la zanahoria..... 8
Figura 2.2	Tipos de zanahoria en función de su forma y tamaño..... 9
Figura 2.3	Características de calidad de la raíz de zanahoria..... 10
Figura 3.1	Balanza analítica digital..... 22
Figura 3.2	Balanza electrónica..... 22
Figura 3.3	Vista del refractómetro de bolsillo..... 23
Figura 3.4	Vista de la licuadora Blender..... 24
Figura 3.5	Materia prima e insumos..... 25
Figura 3.6	Diagrama del proceso de elaboración de mermelada de zanahoria... 27
Figura 3.7	Vista de la zanahoria..... 28
Figura 3.8	Vista del proceso de cortado de las rodajas de zanahoria..... 29
Figura 3.9	Vista del proceso de pesado de las rodajas de zanahoria..... 30
Figura 3.10	Vista del proceso de pre-cocción de las rodajas de zanahoria..... 31
Figura 3.11	Vista del proceso de triturado de las rodajas de zanahoria..... 32
Figura 3.12	Vista del proceso de concentración..... 33
Figura 3.13	Vista del envasado..... 34
Figura 4.1	Porcentaje de aceptación del atributo color para determinar la dosificación de ingredientes..... 44
Figura 4.2	Porcentaje de aceptación del atributo olor para determinar la dosificación de ingredientes..... 46
Figura 4.3	Porcentaje de aceptación del atributo sabor para determinar la dosificación de ingredientes..... 48
Figura 4.4	Porcentaje de aceptación del atributo textura para determinar la dosificación de ingredientes..... 50
Figura 4.5	Variación de la concentración de los sólidos solubles..... 54
Figura 4.6	Porcentaje de aceptación para el producto..... 59
Figura 4.7	Balance de materia del proceso de elaboración de mermelada de zanahoria..... 61
Figura 4.8	Balance de materia en el proceso de pelado..... 62

Figura 4.9	Balance de materia en el proceso de pre-cocción.....	63
Figura 4.10	Balance de materia en el proceso de triturado y pesado.....	64
Figura 4.11	Balance de materia en el proceso de mezclado I de ingredientes.....	65
Figura 4.12	Balance de materia en el proceso de mezclado II de ingredientes.....	66
Figura 4.13	Balance de materia en el proceso de concentración.....	67
Figura 4.14	Balance de energía en el proceso de pre-cocción.....	68