

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



**“ELABORACIÓN DE CAMELOS  
DE MIEL DE ABEJA PRODUCIDA EN EL VALLE  
CENTRAL DE TARIJA”**

**Por:**

**ABIGAIL KARINA VILLARROEL FERNÁNDEZ**

**Proyecto de grado, Modalidad “Investigación Aplicada” presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.**

**Julio de 2017**  
**TARIJA-BOLIVIA**

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

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios que es el guía principal de mi camino, a mis seres queridos, papá, mamá y hermana que con su amor, sacrificio y fortaleza, fomentaron en mí el deseo de superación, lo que contribuyó a la conclusión de este logro.

A docentes, compañeros y amigos que brindaron su ayuda a lo largo de mi formación académica.

## DEDICATORIA

A mi madre, que supo ser una guía incondicional en mi vida, con su apoyo, cariño y dedicación, no dejó de creer en mí y me dio la fuerza para continuar mi camino.

*“Ninguna dificultad puede abatir a  
aquellos que tienen fe en su misión”*

*Mahatma Gandhi*

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
Advertencia .....	i
Agradecimiento .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Pensamiento .....	iv
Resumen .....	v

## INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes .....	1
1.1 Historia de la miel de abeja .....	1
1.2 Historia de los caramelos .....	1
1.3 Identificación del producto .....	2
1.3.1 Caramelos de miel de abeja .....	2
1.4 Tipos de caramelo y proceso de elaboración .....	2
1.4.1 Caramelos duros .....	2
1.4.1.1 Composición de caramelos duros .....	3
1.4.1.2 Factores a tomar en cuenta durante el proceso de caramelización.....	4
1.4.1.2.1 Humedad en el proceso .....	4
1.4.1.2.2 Granulación .....	5
1.4.1.2.3 Pegajosidad .....	5
1.4.2 Caramelos suaves .....	5
1.4.3 Pastillas de goma .....	6
2. Justificación .....	6
2.1 Aspecto económico-social .....	6
2.2 Aspecto ambiental .....	7
2.3 Aspectos del mercado para el producto a obtener .....	7
3. Objetivos .....	8
3.1 Objetivo General .....	8

3.2 Objetivos Específicos .....	8
---------------------------------	---

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

1. Generalidades de la miel de abeja .....	9
1.1 Apicultura .....	9
1.2 Tipos de abejas .....	9
1.3 Miel de abeja .....	10
1.4 Clasificación de las abejas .....	11
1.5 Composición de la miel de abeja .....	13
1.6 Mercado (Internacional y Nacional) de producción de miel de abeja .....	15
1.7 Disponibilidad de materia prima (miel de abeja).....	16
1.8 Valor nutricional de la miel de abeja .....	18
1.9 Normas Bolivianas de calidad para la miel de abeja .....	19
1.10 Requisitos para caramelos duros o macizos .....	22
1.11 Tecnología en Bolivia, para elaboración de caramelos de miel de abeja .....	23

## **CAPÍTULO II**

### **PARTE EXPERIMENTAL**

2.1 Descripción del método de investigación .....	25
2.2 Descripción de Materias Primas .....	26
2.2.1 Miel de abeja .....	26
2.2.2 Azúcar (sacarosa).....	27
2.2.3 Agua destilada .....	28
2.2.4 Glucosa .....	28
2.3 Materiales utilizados durante el proceso de elaboración para obtención del producto final .....	29

2.3.1 Recipientes de vidrio .....	29
2.3.2 Balanza analítica digital .....	30
2.3.3 Termómetro .....	30
2.3.4 Papel aluminio .....	30
2.3.5 Papel celofán .....	31
2.3.6 Diagrama de bloques .....	31
2.3.7 Descripción del proceso de elaboración de caramelos de miel de abeja .....	33
2.3.7.1 Recolección de materias primas .....	33
2.3.7.2 Pesado de materias primas .....	33
2.3.7.3 Disolución de azúcares, por calentamiento.....	33
2.3.7.4 Disolución con agitación, por calentamiento .....	34
2.3.7.5 Mezclado .....	35
2.3.7.6 Moldeado .....	36
2.3.7.7 Enfriamiento .....	36
2.3.7.8 Desmoldado .....	36
2.3.7.9 Envoltura y empaque .....	36
2.3.7.10 Almacenamiento de producto terminado .....	37
2.3.7.11 Análisis organoléptico del producto final .....	37
2.4 Diseño factorial .....	38
2.4.1 Diseño factorial en etapa de dosificación de materias primas .....	38
2.4.2 Variables tomadas en cuenta para el diseño factorial .....	39
2.4.3 Diseño experimental en etapa de dosificación de materias primas .....	39
2.4.4 Variable respuesta .....	40
2.4.5 Aplicación de modelo matemático en etapa de dosificación de materias primas para la elaboración de caramelos .....	41
2.4.6 Resultados del diseño experimental en la etapa de dosificación de materias primas .....	42
2.4.7 Análisis de varianza univariante para el diseño factorial en etapa de dosificaciones de materias primas.....	42
2.5 Escala Hedónica y prueba sensorial .....	43



2.6 Elección de la muestra de caramelos de miel de abeja .....	44
2.7 Evaluación sensorial de atributo Olor para selección de modelo de caramelo de miel de abeja .....	45
2.8 Evaluación sensorial del atributo Color para selección de modelo de caramelo de miel de abeja .....	47
2.9 Evaluación sensorial del atributo Sabor para selección de modelo de caramelo de miel de abeja .....	49
2.10 Evaluación sensorial del atributo Textura para selección de modelo de caramelo de miel de abeja .....	51
2.11 Balance de materia durante el proceso de elaboración de caramelos de miel de abeja .....	53
2.11.1 Balance de materia en etapa de disolución de azúcares, por calentamiento ...	55
2.11.2 Balance de materia en etapa de disolución con agitación, por calentamiento	56
2.11.3 Balance de materia en etapa de mezclado .....	57
2.11.4 Balance de materia en etapa de moldeado .....	58
2.11.5 Balance de materia en etapa de enfriamiento .....	59
2.11.6 Balance de materia en etapa de desmoldado .....	60
2.11.7 Balance de materia en etapa de envoltura y empaque .....	60
2.11.8 Cantidad en unidades de producto final obtenido .....	61
2.12 Balance de energía durante el proceso de elaboración de caramelos de miel de abeja .....	63
2.13 Diagrama de flujo de proceso de Elaboración de caramelos de miel de abeja producida en el Valle Central de Tarija .....	66
2.14 Diseño de tanque agitador con chaqueta de vapor .....	67

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

3.1 Procedimientos y técnicas empleados en obtención de resultados .....	76
3.1.1 Análisis de calidad de materia prima .....	76
3.1.2 Análisis estadístico del diseño experimental .....	78
3.1.2.1 Análisis de regresión del conjunto de datos .....	81
3.1.2.2. Variable observada vs variable calculada .....	83
3.1.3 Análisis fisicoquímicos en pruebas experimentales .....	84
3.1.3.1 Determinación de humedad .....	85
3.1.3.2 Determinación de Azúcares reductores .....	85
3.1.3.3 Determinación de proteína .....	85
3.1.4 Datos obtenidos de muestra patrón .....	85
3.1.5 Análisis de calidad del producto obtenido .....	87
3.1.6 Datos comparativos del producto obtenido con producto comercializado .....	88

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 Conclusiones .....	90
4.2 Recomendaciones .....	92

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>94</b>
--------------------------	-----------

### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
TABLA I-1 TIPOS DE ABEJAS .....	9
TABLA I-2 CLASIFICACIÓN DE MIEL DE ABEJA SEGÚN SU ORIGEN .....	12
TABLA I-3 CLASIFICACIÓN DE MIEL DE ABEJA SEGÚN SU MÉTODO DE EXTRACCIÓN .....	13
TABLA I-4 COMPOSICIÓN DE LA MIEL DE ABEJA .....	14
TABLA I-5 PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE MIEL DE ABEJA A NIVEL MUNDIAL GESTIÓN 2015 (Ton).....	15
TABLA I-6 RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE MIEL DE ABEJA EN BOLIVIA 2011 .....	16
TABLA I-7 REQUISITOS FÍSICOQUÍMICOS .....	20
TABLA I-8 REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS .....	21
TABLA I-9 REQUISITOS PARA CAMELOS DUROS O MACIZOS .....	22
TABLA II-1 FACTORES Y NIVELES DE VARIACIÓN EN ETAPA DE DOSIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS .....	39
TABLA II-2 DISEÑO FACTORIAL EN ETAPA DE DOSIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS .....	40
TABLA II-3 APLICACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO EN ETAPA DE DOSIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS .....	41
TABLA II-4 RESULTADOS DE DISEÑO EXPERIMENTAL EN ETAPA DE DOSIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS .....	42
TABLA II-5 ESCALA DE 9 PUNTOS UTILIZADA PARA ANALISIS SENSORIAL.....	44
TABLA II-6 EVALUACIÓN SENSORIAL ATRIBUTO OLOR .....	45
TABLA II-7 ANOVA PRUEBA OLOR .....	46
TABLA II-8 EVALUACIÓN SENSORIAL ATRIBUTO COLOR .....	47
TABLA II-9 ANOVA PRUEBA COLOR .....	48

TABLA II-10 EVALUACIÓN SENSORIAL DE ATRIBUTO SABOR .....	49
TABLA II-11 ANOVA PRUEBA SABOR .....	50
TABLA II-12 EVALUACIÓN SENSORIAL DE ATRIBUTO TEXTURA .....	51
TABLA II-13 ANOVA PRUEBA TEXTURA .....	52
TABLA II-14 CORRIENTES DE PROCESO .....	55
TABLA II-15 PROMEDIO PESO CARAMELOS .....	62
TABLA III-1 COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS .....	76
TABLA III-2 COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE MUESTRA FINAL UTILIZADA .....	77
TABLA III-3 REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DE MUESTRA FINAL A UTILIZAR .....	78
TABLA III-4 DATOS PARA EL CÁLCULO DE ANÁLISIS DE VARIANZA ...	79
TABLA III-5 FACTORES INTER- SUJETOS .....	80
TABLA III-6 ANÁLISIS DE VARIANZA .....	80
TABLA III-7 VARIABLES INTRODUCIDAS/ELIMINADAS .....	81
TABLA III-8 RESUMEN DEL MODELO .....	81
TABLA III-9 ANOVA.....	82
TABLA III-10 COEFICIENTES .....	82
TABLA III-11 DATOS EXPERIMENTALES EMPLEADOS .....	83
TABLA III-12 VALORES OBTENIDOS DE PRODUCTO COMERCIAL .....	87
TABLA III-13 REQUISITOS FISICOQUÍMICOS DE PRODUCTO FINAL .....	98
TABLA III-14 DATOS COMPARATIVOS DE REQUISITOS FISICOQUIMICOS .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. COMPOSICIÓN DE SACAROSA Y GLUCOSA EN CONFITERÍA .....	4
Figura I-1: TIPOS DE ABEJAS .....	10
Figura I-2: MIEL DE ABEJA .....	11
Figura II-1: MIEL DE ABEJA TRABAJADA .....	27
Figura II-2: SACAROSA .....	28
Figura II-3: GLUCOSA .....	29
Figura II-4: DIAGRAMA DE BLOQUES DE ELABORACIÓN DE CAMELOS DE MIEL DE ABEJA .....	32
Figura II-5: PESADO DE MATERIAS PRIMAS .....	33
Figura II-6: DISOLUCIÓN DE AZÚCARES POR CALENTAMIENTO .....	34
Figura II-7: DISOLUCIÓN CON AGITACIÓN, POR CALENTAMIENTO .....	35
Figura II-8: MEZCLADO .....	35
Figura II-9: MOLDEADO .....	36
Figura II-10: ENVOLTURA Y EMPAQUE .....	37
Figura II-11: ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO .....	38
Figura II-12: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO FACTORIAL EN ETAPA DE DOSIFICACIONES DE MATERIAS PRIMAS .....	43
Figura II-13: DIAGRAMA DE BLOQUES DE BALANCE DE MATERIA DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE CAMELOS DE MIEL DE ABEJA .....	54
Figura II-14: BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE DISOLUCIÓN DE AZÚCARES POR CALENTAMIENTO .....	56
Figura II-15: BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE DISOLUCIÓN CON AGITACIÓN, POR CALENTAMIENTO .....	56
Figura II-16: BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE MEZCLADO .....	57
Figura II-17: BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE MOLDEADO .....	58
Figura II-18: BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE ENFRIAMIENTO .....	59

Figura II-19: BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE DESMOLDADO .....	60
Figura II-20: BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE ENVOLTURA Y EMPAQUE .....	60
Figura II-21: TANQUE AGITADOR .....	67
Figura II-22: DISEÑO DE AGITADOR .....	71
Figura III-1: MUESTRAS PATRÓN .....	86
Figura III-2: MUESTRAS DE CAMELO “LA REINA OBRERA” .....	87

## ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS

	<b>Página</b>
CUADRO I-1: PROMEDIO DE PRODUCCIÓN DEPARTAMENTAL 2012 .....	17
GRÁFICO II-1: PROMEDIO DE ACEPTACIÓN ATRIBUTO OLOR .....	46
GRÁFICO II-2: PROMEDIO DE ACEPTACIÓN ATRIBUTO COLOR .....	48
GRÁFICO II-3: PROMEDIO DE ACEPTACIÓN ATRIBUTO SABOR .....	50
GRÁFICO II-4: PROMEDIO DE ACEPTACIÓN ATRIBUTO TEXTURA .....	52
GRÁFICO III-1 VARIABLE OBSERVADA VS VARIABLE CALCULADA .....	84

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1</b> DISEÑO EXPERIMENTAL EMPLEADO .....	
<b>ANEXO 2</b> EVALUACIÓN SENSORIAL .....	
<b>ANEXO 3</b> RESULTADOS DE LABORATORIO “CEANID” .....	
<b>ANEXO 4</b> RESUMEN FOTOGRÁFICO DE MATERIALES Y PROCESO DE ELABORACIÓN .....	