

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



**“EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE CEDRÓN POR  
EL MÉTODO DESTILACIÓN AGUA-VAPOR A ESCALA  
LABORATORIO”**

**POR:**

**DAVID GONZALO PAREDES SAHONERO**

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.

Octubre, 2018

Tarija - Bolivia

## **DEDICATORIA**

Dedicada a Dios y a mis padres por su amor incondicional hacia mí persona.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por su infinita bondad. A mis padres David G. Paredes Ríos y Eliana T. Sahonero Irahola por su amor y apoyo incondicional. A mis hermanos por su cariño sincero

A todos mis compañeros de trabajo del laboratorio de Química y CEANID en especial a las Auxiliares Sra. Yaneth Aramayo y Mirtha Laime por su apoyo y concejos durante la elaboración de este trabajo. A Jorge Andrés Tejerina Amador por su apoyo y cariño como un hermano. Al Ing. Erick Ramírez Ruiz por el apoyo y guía en el desarrollo de este trabajo.

**PENSAMIENTO**

“Siempre hay que tratar de ser el mejor, pero nunca creerse el mejor”.

Juan Manuel Fangio

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Planteamiento del problema.....	4
1.4.1 Formulación del problema.....	4
1.5 Formulación de la hipótesis.....	4

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del cedrón.....	5
2.2 Descripción botánica de la planta de cedrón.....	5
2.2.1 Tallo.....	5
2.2.2 Hojas.....	6
2.2.3 Flores.....	6
2.3 Taxonomía del cedrón.....	6
2.4 Cultivo del cedrón.....	7
2.4.1 Clima.....	7
2.4.2 Cosecha.....	7
2.4.3 Tratamiento post cosecha.....	7
2.5 Componentes químicos del cedrón.....	8
2.5.1 Principio primario o inmediato.....	8
2.5.2 Principios secundarios o activos.....	8
2.5.2.1 Principios activos del cedrón.....	8

2.5.2.1.1 Citral.....	8
2.5.2.1.2 Linalol.....	9
2.5.2.1.3 Canfeno.....	10
2.5.2.1.4 Terpinol... ..	11
2.5.2.1.5 Cariofileno .....	12
2.5.2.1.6 Limoneno.....	13
2.6 Factores que influyen en la síntesis de los principios activos.....	14
2.7 Generalidades de los aceites esenciales .....	15
2.7.1 Aceites esenciales.....	15
2.7.2 Principales propiedades físicas de los aceites esenciales.....	15
2.7.3 Propiedades organolépticas de los aceites esenciales.....	16
2.7.4 Composición química de los aceites esenciales .....	16
2.7.4.1 Características químicas y bioquímicas del aceite esencial de cedrón....	17
2.7.5 Rendimiento de los aceites esenciales .....	18
2.7.6 Aplicaciones de los aceites esenciales .....	19
2.7.7 Control de calidad de los aceites esenciales .....	19
2.7.7.1 Control de calidad para la industria alimentaria.....	20
2.7.8 Tipos de aceites esenciales .....	21
2.7.9 Formas de extracción de aceites esenciales .....	21
2.7.9.1 Hidrodestilación.....	22
2.7.9.2 Destilación con agua/vapor .....	22
2.7.9.3 Destilación por arrastre de vapor.....	23
2.7.9.4 Hidrodestilación asistida por la radiación con microondas.....	26
2.7.9.5 Expresión .....	27
2.7.9.6 Enflourage.....	27
2.7.9.7 Fluidos supercríticos.....	27

2.8 Purificación de aceites esenciales .....	28
2.8.1 Deshidratación .....	28
2.8.2 Desterpenación .....	28
2.9 Descripción tecnológica .....	28
2.9.1 Destilación .....	29
2.9.9.1 Fuentes de energía .....	29
2.9.9.2 Destilador.....	29
2.9.9.3 Intercambiador de calor .....	30
2.9.9.4 Decantador .....	30

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1 Introducción.....	31
3.2 Descripción de equipos, instrumentos, material y materia prima.....	31
3.2.1 Descripción de equipos.....	31
3.2.1.1 Balanza electrónica de humedad .....	31
3.2.1.2 Balanza analítica digital .....	32
3.2.1.3 Torre de destiliación .....	33
3.2.1.4 Intercambiador de calor .....	33
3.2.1.5 Decantador del kit.....	34
3.2.1.6 Centrífuga digital.....	35
3.2.2 Materia prima .....	35
3.3 Diagrama del proceso de elaboración de aceite esencial de cedrón.....	36
3.3.1 Descripción del proceso de extracción de aceite esencial de cedrón.....	37
3.3.1.1 Cedrón....	37
3.3.1.2 Acondicionamiento del cedrón.....	37
3.3.1.3 Deshidratación del cedrón .....	37

3.3.1.4 Extracción por destilación agua-vapor .....	37
3.3.1.5 Condensación.....	38
3.3.1.6 Decantación .....	38
3.3.1.7 Separación por congelamiento.....	38
3.3.1.8 Centrifugación .....	38
3.3.1.9 Envasado y almacenado.....	39
3.4 Metodología de la investigación.....	39
3.4.1 Caracterización de la materia prima .....	39
3.4.1.1 Análisis fisicoquímico de la materia prima .....	39
3.4.2 Diseño experimental del aceite esencial de cedrón.....	39
3.4.3 Diseño factorial 2 <sup>k</sup> en la extracción del aceite esencial de cedrón.....	40
3.4.4 Caracterización del producto final.....	41
3.4.5 Análisis fisicoquímico del producto final.....	41

## CAPÍTULO IV

### CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1 Características fisicoquímicas de la materia prima .....	42
4.1.1 Rendimiento de la hoja de cedrón en el acondicionamiento.....	42
4.1.2 Parámetros fisicoquímicos de la hoja de cedrón .....	42
4.2 Caracterización de los volúmenes del proceso de deshidratación.....	43
4.2.1 Variación del contenido de humedad por lote de cedrón.....	43
4.3 Diseño experimental para el aceite esencial de cedrón.....	47
4.3.1 Análisis estadístico del diseño en el proceso experimental.....	47
4.4 Características fisicoquímicas del producto.....	49
4.5 Cromatografía de gases del producto final aceite esencial de cedrón.....	49
4.5.1 Discusión de resultados de los principios activos del aceite esencial.....	50
4.6 Balance de materia para el proceso de obtención de aceite esencial.....	51



4.6.1	Balance de materia en el proceso de acondicionamiento del cedrón.....	53
4.6.2	Balance de materia en el proceso de deshidratación de la hoja de cedrón...	54
4.6.3	Balance de materia en el proceso de extracción del aceite esencial.....	55
4.6.4	Balance de materia en el proceso de decantación.....	57
4.6.5	Balance de materia en el proceso de separación por congelamiento.....	58
4.6.6	Balance de materia en el proceso de centrifugación.....	59
4.6.7	Balance de materia en el proceso de envasado.....	60
4.7	Rendimiento del proceso de obtención de aceite esencial de cedrón.....	61
4.8	Balance de energía para el proceso de obtención de aceite esencial.....	61
4.8.1	Balance de energía en el proceso de extracción .....	63
4.8.2	Balance de energía en el proceso de condensación.....	66

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	68
5.2	Recomendaciones .....	69
	Bibliografía.....	70
	Anexos	