

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



EXTRACCIÓN EXPERIMENTAL DE ACEITE ESENCIAL DE MENTA
(Mentha sp.) **EN LA PROVINCIA CERCADO DEL DEPARTAMENTO DE**
TARIJA

Por: SINAHY DANIELA GUERRA CRUZ

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 2019
TARIJA-BOLIVIA

VºBº

M.Sc. Ing. Ernesto R. Álvarez Gozalvez
DECANO
Facultad de Ciencias y Tecnología

M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANA
Facultad de Ciencias y Tecnología

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Juan Pablo Herbas Barrancos

Ing. Natalia Ortega Barriga

Ing. Jorge Tejerina Oller

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

Este trabajo lo dedico a mis Padres, hermanos y mi mentor Dr. Daisaku Ikeda quienes me apoyaron incondicionalmente a lo largo de mi vida, me inculcaron valores, educación y fueron mi motor para concluir este trabajo.

**Agradezco a los tribunales calificadoros:
Ing. Jorge Tejerina, Ing. Natalia Ortega,
Ing. Juan Pablo Herbas por guiarme en
la elaboración del presente trabajo, al
Ing. José Ernesto Auad Aguirre por su
apoyo como docente de la materia
Proyecto de Grado.**

Las personas de verdadera capacidad son aquellas que ejercen su creatividad, que van incansablemente tras los ideales más excelsos. Poseen una rica individualidad y pueden emplear libre y fructíferamente sus conocimientos y aptitudes.

Daisaku Ikeda

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

kg	Kilogramo
ha	Hectáreas
UPA	Unidades de producción agropecuaria
UCV	Unidad de color verdadero
g	Gramos
mg	Miligramos
nD	Índice de refracción
°C	Grados centígrados
ml	Mililitros
mm	Milímetros
min	Minutos
r.p.m.	Revoluciones por minuto
GLP	Gas licuado de petróleo
m	Masa
V	Volumen
ρ	Densidad
%H	Porcentaje de humedad
R	Rendimiento
φ	Caudal de agua
Q	Flujo calorífico
Q _{total}	Calor total requerido para la extracción (kcal)

Q_{sensible}	Calor requerido para llegar al punto de ebullición (kcal)
Q_{latente}	Calor requerido para evaporar el agua (kcal)
$\lambda_{\text{vaporización}}$	Calor latente de vaporización (kcal/kg)
F_{vapor}	Flujo másico de vapor (kg/s)
ΔT	Diferencia de temperaturas
C_p	Calor específico
$T_{\text{partícula}}$	Tamaño de partícula
$t_{\text{extracción}}$	Tiempo de extracción
h	Hora
Kcal	Kilocaloría
G/ml	Gramos/mililitros
.	Mil
,	Decimal
AE	Aceite esencial
UTM	Universal transversal de Mercator
LOU	Laboratorio de operaciones unitarias
UAJMS	Universidad Autónoma Juan Misael Saracho
CEANID	Centro de análisis investigación y desarrollo

ÍNDICE

	Página
Advertencia	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Pensamiento	iv
Abreviaturas y simbología	v
Resumen	vii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

	Página
1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Generalidades	1
1.2. Identificación de la idea del Proyecto	2
1.3. Descripción general del Producto	3
1.3.1. Componentes principales del aceite esencial de Menta (Mentha sp.)	3
1.4. Usos y Aplicaciones del Producto	4
1.5. Mercado	5
1.5.1. Perspectivas del mercado de los aceites esenciales	5
1.5.2. Evolución de la industria de aceites esenciales en Bolivia	9
1.5.3. Producción agrícola de la menta en Bolivia	11
1.6. Materia Prima	12
1.6.1. Taxonomía de la menta (mentha sp.)	13
1.7. Objetivos	14

1.7.1. Objetivo general	14
1.7.2. Objetivos específicos	14
1.8. Justificación del proyecto.....	15

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

	Página
2.1. Generalidades	16
2.2. Clasificación de los aceites esenciales	16
2.2.1. Consistencia de los aceites esenciales.....	16
2.3. Origen de los aceites esenciales	17
2.4. Propiedades químicas de los aceites esenciales	18
2.5. Propiedades físicas de los aceites esenciales	19
2.6. Toxicidad de los aceites esenciales	20
2.7. Caracterización del aceite esencial de menta	20
2.8. Métodos de extracción de aceites esenciales	22
2.9. Selección del método a utilizar en el proceso de extracción de aceite esencial de menta	28
2.10. Diagrama de flujo del proceso	30
2.11. Factores que influyen y determinan la calidad del producto.....	31

CAPÍTULO III

PARTE EXPERIMENTAL

	Página
3.1. Caracterización física y química de la materia prima: menta.....	33
3.1.1. Descripción física de la materia prima.....	34

3.1.2. Caracterización química de la materia prima.....	36
3.1.3. Determinación del porcentaje de humedad en las hojas de menta.....	36
3.2. Diseño factorial o experimental	37
3.2.1. Procedimientos y técnicas del diseño factorial	38
3.3. Pruebas preliminares	40
3.4. Descripción del proceso tecnológico experimental de extracción de aceite esencial de menta.....	41
3.4.1. Recolección de la materia prima	42
3.4.2. Pre-tratamiento de la materia prima	44
3.4.3. Deshidratación de la materia vegetal	45
3.4.4 Reducción de tamaño	46
3.4.5. Tamizado.....	47
3.4.6. Extracción del aceite esencial	48
3.4.7. Condensación	54
3.4.8. Decantación.....	54
3.4.9. Envasado y almacenado	56
3.5. Caracterización del tipo y calidad del producto obtenido: aceite esencial de menta (<i>mentha sp.</i>)	57
3.5.1. Características organolépticas del aceite esencial de menta	57
3.5.2. Propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de menta	57

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

	Página
4.1. Resultados de la materia prima	60

4.1.1. Características de la materia prima	60
4.1.2. Determinación de la humedad de la materia prima.....	62
4.1.2.1. Secado de la materia prima (Secado natural).....	62
4.1.2.2. Determinación de la cinetica de secado	64
4.2. Resultados obtenidos en la fase experimental.....	72
4.2.1. Cálculo del análisis de varianza ANOVA.....	75
4.3. Volúmenes obtenidos en el diseño experimental	78
4.3.1. Tamaño Vs volumen obtenido	78
4.3.2. Masa Vs volumen obtenido.....	80
4.3.3. Cálculo del rendimiento de obtención del aceite esencial de menta.....	82
4.4. Relación del tiempo de extracción con respecto al volumen de aceite esencial obtenido	83
4.5. Resultados analíticos del producto obtenido.....	85
4.5.1 Análisis organoléptico.....	85
4.5.2 Análisis fisicoquímico.....	85
4.5.3 Perfil cromatográfico	87
4.6. Balance de materia y energía	90
4.6.1 Balance de materia en la obtención de aceite esencial de menta	90
4.6.2 Balance de energía en la obtención de aceite esencial de menta	96

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
5.1. Conclusiones	101
5.2. Recomendaciones.....	103

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Página

Referencias bibliograficas.....	104
---------------------------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla I-1: Componentes principales del aceite esencial de Menta	4
Tabla I-2: Usos y Aplicaciones del Aceite Esencial de Menta en Europa según Industria, Segmento.....	4
Tabla I-3: Porcentaje de principales exportadores de aceite de menta	5
Tabla I-4: Porcentaje de principales importadores de aceite esencial de menta	6
Tabla I-5: Países exportadores de aceite esencial de menta.....	7
Tabla I-6: Países importadores de aceite esencial de menta	8
Tabla I-7: Países exportadores de aceites esenciales de Sudamérica.....	10
Tabla I-8: Superficie y producción de plantas estimulantes, especies y plantas aromáticas	11
Tabla I-9: Número de unidades de producción agropecuaria (UPA) de plantas medicinales en el departamento de Tarija.....	12
Tabla I-10: Taxonomía de la Menta.....	13
Tabla II- 11: Propiedades químicas de los aceites esenciales.	19
Tabla II-12: Características organolépticas del aceite esencial de menta en Ecuador	20
Tabla II-13: Densidad de los aceites esenciales en Ecuador.....	21
Tabla II- 14: Rendimiento de los aceites esenciales	22
Tabla II- 15: Índice de refracción.....	22
Tabla II- 16: Matriz de decisión.....	30
Tabla III- 1: Variables o parámetros de estudio.....	38
Tabla III- 2: Diseño factorial para el proceso de extracción de aceite esencial de menta.....	39
Tabla III- 3: Datos del diseño factorial	39
Tabla III- 4: Equipos utilizados.....	49
Tabla III- 5: Intercambiador de Calor de Aluminio	54
Tabla III- 6: Ampolla de decantación	55

Tabla IV- 1: Características de la materia prima menta.....	60
Tabla IV- 2: Resultados del perfil cromatográfico de la materia prima	60
Tabla IV- 3: Datos de la pérdida de peso respecto a tiempo.....	63
Tabla IV- 4: Datos de la pérdida de peso y humedad evaporada.....	66
Tabla IV- 5: Datos de pérdida de peso y humedad evaporada.....	69
Tabla IV- 6: Resultados de Porcentajes de humedad.....	71
Tabla IV- 7: Resultados experimentales obtenidos en base al diseño factorial vs resultados del modelo aplicado en el programa spss	72
Tabla IV- 8: Datos para el cálculo de análisis de varianza para el proceso de extracción de aceite esencial de menta.....	75
Tabla IV- 9: Análisis de Varianza (ANOVA).....	76
Tabla IV- 10: Coeficientes del modelo	78
Tabla IV- 11: Datos de rendimiento a los dos tamaños de muestra.....	79
Tabla IV- 12: Datos de volumen obtenido con relación a las masas	81
Tabla IV- 13: Datos para el cálculo de rendimiento	82
Tabla IV- 14: Comparación de resultados de rendimiento por otros autores	83
Tabla IV- 15: Relación de los tiempos con respecto a volúmenes obtenidos.....	84
Tabla IV- 16: Análisis organoléptico.....	85
Tabla IV- 17: Análisis fisicoquímico.....	86
Tabla IV- 18: Análisis fisicoquímico-CEANID	86
Tabla IV- 19: Resultados del perfil cromatográfico	87
Tabla IV- 20: Comparación de especies de menta.....	88
Tabla IV- 21: Resultados del perfil cromatográfico	89
Tabla IV- 22: Datos para el balance de materia y energía	90
Tabla IV- 23: Resultados del balance de energía.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1-1 Menta.....	13
Figura 2- 1: Diagrama de extracción por arrastre de vapor	23
Figura 2- 2: Equipo de extracción con fluidos supercríticos.....	24
Figura 2- 3: Método de extracción con disolventes orgánicos (soxhlet)	26
Figura 2- 4: Destilador de aceites esenciales móvil de material vegetal.....	27
Figura 2- 5: Ecuélle.....	28
Figura 2- 6: Diagrama de flujo del proceso de extracción de aceite esencial	31
Figura 3- 1: Materia prima – Hojas de menta	35
Figura 3- 2: Secador infrarrojo SARTORIUS MA 100.....	37
Figura 3- 3: Diagrama de bloques en el proceso de extracción	41
Figura 3- 4: Recolección de la Menta	43
Figura 3- 5: Materia vegetal limpia y tratada.....	44
Figura 3- 6: Materia vegetal deshidratada.....	46
Figura 3- 7: Reducción de tamaño de la Menta	46
Figura 3- 8: Tamiz de madera	48
Figura 3- 9: Equipo de destilación	53
Figura 3- 10: Envasado del aceite esencial de menta.....	56
Figura 4- 1: Hoja de menta.....	61
Figura 4- 2: Balance de materia en la etapa de destilación.....	91
Figura 4- 3: Balance de materia en la etapa de condensación.....	93
Figura 4- 4: Balance de materia en la etapa decantación	94
Figura 4- 5: Resumen del balance de materia	95

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
Gráfico 4- 1: Pérdida de peso Vs tiempo de secado (natural).....	64
Gráfico 4- 2: Porcentaje de Humedad Vs tiempo de secado.....	67
Gráfico 4- 3: Porcentaje de humedad Vs tiempo de secado.....	70
Gráfico 4- 4: Volumen (ml) Vs nº prueba.....	73
Gráfico 4- 5: Rendimiento (%) Vs nº prueba.....	74
Gráfico 4- 6: Volumen Obtenido Vs Tiempo (con relación al Tamaño de Partícula) 80	80
Gráfico 4- 7: Volumen obtenido Vs tiempo (con relación a las masa).....	81
Gráfico 4- 8: Volumen de aceite extraído vs tiempo de extracción	84