

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE CEBOLLA (ALLIUM CEPA),
CULTIVADA EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA (MUNICIPIO EL PUENTE)**

Por:

RUBEN MORALES ROCHA

Modalidad de graduación investigación aplicada presentada a consideración de la
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar
el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.

Diciembre 2020

TARIJA-BOLIVIA

Dedicatoria:

Dedicado a mi padre, mi madre, hermanos y hermanas por darme su apoyo y paciencia incondicional en todo el transcurso de mi vida.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Química que dedicaron su tiempo y apoyo incondicional en el transcurso de mi formación profesional.

ÍNDICE

	Página
Advertencia.....	I
Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
Resumen.....	IV
Glosario de términos.....	V

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Dinámica del mercado de los aceites esenciales.....	2
1.3 Exportaciones e importaciones de la India país mayor productor de aceite esencial de cebolla.....	4
1.3.1 Importaciones de aceite esencial de cebolla (LA INDIA).....	6
1.4 Producción de aceite esencial de cebolla en Latinoamérica.....	7
1.5 Producción de cebolla.....	7
1.5.1 Los principales productores de cebolla, a nivel internacional.....	7
1.5.2 Principales productores a nivel nacional.....	8
1.5.3 Principales productores a nivel municipio Tarija.....	9
1.2 Justificación del Proyecto.....	10
1.2.1 Justificación Socio-económica.....	10
1.2.2 Justificación Tecnológica.....	10
1.2.3 Justificación Ambiental.....	10
1.2.4 Justificación Personal.....	11

1.3 Objetivos.....	11
1.3.1 Objetivo general.....	11
1.3.2 Objetivos específicos.....	11

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 La cebolla.....	12
2.2 Variedades producidas en Bolivia.....	12
2.3 Disponibilidad de la materia prima.....	12
2.4 Componentes de la cebolla.....	13
2.5 Aceite esencial de cebolla.....	17
2.6 Beneficios del aceite esencial de cebolla.....	17
2.7 Propiedades físicas del aceite esencial de cebolla.....	17
2.8 Principales componentes del aceite esencial de cebolla.....	18
2.9 Estructura de los principales compuestos del aceites esenciale de la cebolla.....	20
2.10 Métodos de extracción.....	21
2.10.1 Destilación por arrastre de vapor.....	21
2.10.2 Hidrodestilación.....	21
2.10.3 Extracción con solventes volátiles.....	22
2.10.4 Extracción por Fluidos Supercríticos (EFS).....	22
2.10.5 Enfloración o Enfleurage.....	23
2.11.- Selección del proceso para la extracción del aceite esencial de la cebolla (allium cepa).....	23

CAPÍTULO III

PARTE EXPERIMENTAL

3.1 Selección del diseño para el equipo de destilación por arrastre de vapor.....	27
3.2 Diseño del equipo de destilación.....	31
3.2.1 Tanque de extracción diseñado.....	31
3.2.2 Generador de vapor diseñado.....	33
3.2.2.1 Cálculo presión de trabajo.....	33
3.2.2.2 Cálculo de espesor de cuerpo cilíndrico.....	34
3.2.2.3 Cálculo de espesor de cabeza semiesférica.....	34
3.2.2.4 Cálculo de longitud del tanque.....	35
3.3 Taxonomía de la materia prima cebolla morada <i>Allium Cepa</i>	36
3.4 Caracterización de la materia prima: Cebolla morada (<i>Allium Cepa</i> , Liliaceae).....	37
3.5 Descripción del proceso experimental de extracción de aceite esencial de cebolla.....	39
3.5.1 Recepción de la materia prima.....	39
3.5.2 Acondicionamiento de la materia prima.....	40
3.5.3 Deshidratación de la cebolla.....	41
3.5.4 Extracción del aceite esencial de cebolla.....	43
3.6 Diagrama de bloque del proceso de extracción del aceite esencial de cebolla.....	48
3.7 Diagrama de flujo del proceso de extracción del aceite esencial de cebolla.....	49
3.8 Diseño factorial.....	50
3.8.1 Construcción de un diseño factorial completo 2k.....	51
3.8.2 Factores o Variables.....	51
3.8.3 Niveles.....	52
3.8.4 Variable respuesta.....	52
3.8.5 Número de Combinaciones.....	52

3.8.6	Diseño factorial de la matriz de variables para el proceso de Extracción.....	53
3.9	Caracterización del tipo y calidad del producto obtenido Aceite esencial de cebolla (Allium Cepa).....	54
3.10	Características organolépticas del aceite esencial de cebolla.....	55
3.11	Propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de cebolla (Allium Cepa).....	55
3.11.1	Determinación de la densidad.....	55
3.11.2	Determinación del índice de refracción.....	55
3.11.3	Análisis cromatográfico.....	56
3.12	Costos.....	57
3.12.1	Detalle de costos de materia prima, solvente y materiales.....	57
3.12.2	Detalle de costos de de análisis.....	58
3.12.3	Detalle de costos de mano de obra, material de escritorio.....	58
3.12.4	Detalle de costos totales.....	59

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados de la materia prima.....	60
4.1.1	Determinación de humedad de la materia prima.....	60
4.1.1.1	Deshidratación de la cebolla morada (Allium cepa).....	60
4.2	Resultados obtenidos en la fase experimental	62
4.3	Análisis estadístico del diseño experimental.....	64
4.3.1	Algoritmo de Yates para un diseño 2k.....	64
4.3.2	Representación del análisis de varianza (Anova) en el diseño 2 ³	66
4.4	Cálculo del rendimiento de obtención del aceite esencial de cebolla.....	70
4.5	Resultados analíticos del producto obtenido.....	71
4.6	Análisis cromatográfico.....	73

4.7 BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE CEBOLLA (ALLIUM CEPA).....	74
4.7.1 Balance de materia en la recepción de materia prima.....	74
4.7.2 Balance de materia en el picado de cebolla morada.....	75
4.7.3 Balance de materia en el secador.....	75
4.7.3.1 Contenido de humedad en base húmeda.....	75
4.7.3.2 Contenido de humedad en base seca.....	76
4.7.3.3 Balance de materia en el secado.....	77
4.7.4 Balance de materia en el destilador.....	81
4.7.5 Balance de materia en el condensador.....	83
4.7.6 Balance de materia en el decantador.....	84
4.8 BALANCE DE ENERGÍA EN LA OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE CEBOLLA.....	86
4.9 Resumen matriz del balance de materia y energía.....	92
4.9.1 Balance de materia.....	92
4.9.2 Balance de energía.....	92

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5 Conclusiones.....	93
6 Recomendaciones.....	96
BIBLIOGRAFÍA.....	97

ANEXOS

Anexo A.....	99
a) Construcción del equipo (Destiladora por arrastre de vapor).....	99
a1) Estructura metálica base para la destiladora	99
b1) Construcción del tanque de extracción y el tanque generador de vapor.....	100

Anexo B.....	108
b1) Secado y determinación de humedad de la materia prima Cebolla morada.....	108
Anexo C.....	115
Extracción del aceite esencial de cebolla.....	115
Anexo D.....	117
Informe de los análisis de investigación.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1 Principales países exportadores de aceites esenciales.....	3
Tabla I-2 Principales países importadores de aceites esenciales.....	3
Tabla I-3 Países sudamericanos exportadores de aceites esenciales.....	4
Tabla I-4 Exportaciones de aceite esencial de cebolla (La India).....	5
Tabla I-5 Importaciones de aceite esencial de cebolla de la India.....	6
Tabla I-6 Los principales productores a nivel internacional.....	7
Tabla I-7 Principales productores a nivel nacional.....	8
Tabla I-8 Principales productores a nivel municipio Tarija.....	9
Tabla II - 1 Disponibilidad de la materia prima cebolla morada proveniente del Municipio El Puente.....	13
Tabla II - 2 La Aliina.....	13
Tabla II - 3 La Alicina.....	14
Tabla II - 4 Componentes de la cebolla.....	15
Tabla II - 5 Composición de la cebolla morada (por 100g).....	16
Tabla II - 6 Propiedades físicas del aceite de cebolla obtenida por arrastre de vapor.....	18
Tabla II - 7 Composición química de los aceites esenciales de ajo, cebolla, puerro, cebolleta china, chalota y cebolleta.....	19
Tabla II - 8 Principales componentes del aceite esencial de cebolla.....	20

Tabla II - 9 Selección del método para la extracción del aceite esencial de la cebolla (<i>Allium Cepa</i>).....	24
Tabla II - 10 Matriz de decisión de extracción de aceite esencial de la cebolla.....	26
Tabla III - 1 Ventajas y Desventajas de los de los diseños de los equipos para la destilación por arrastre de vapor.....	30
Tabla III - 2 Contenido de humedad de la cebolla procedente del municipio del Puente.....	39
Tabla III - 3 Especificaciones de la cebolla para el proceso de extracción de aceite esencial antes de ser deshidratada.....	39
Tabla III - 4 Características de la cebolla en el acondicionamiento.....	40
Tabla III - 5 Niveles para el diseño factorial.....	52
Tabla III - 6 Matriz de variables para el proceso de extracción.....	53
Tabla III - 7 Diseño factorial variables para la extracción.....	54
Tabla III - 8 Detalle de costos de materia prima, solvente y materiales. ¡Error! Marcador no definido.	57
Tabla IV - 1 Porcentaje de humedad evaporada respecto al tiempo de secado.....	61
Tabla IV - 2 Resultados obtenidos en la fase experimental.....	63
Tabla IV - 3 Algoritmo de Yates para un diseño 2^k	65
Tabla IV - 4 Análisis varianza ANOVA.....	66
Tabla IV - 5 Arreglo matricial y resultado del diseño factorial en el proceso de extracción.....	67
Tabla IV - 6 Matriz de algoritmos de Yates y Resultados.....	68
Tabla IV - 7 (ANOVA) para el diseño factorial 2^3	69
Tabla IV - 8 Datos para el cálculo de rendimiento de extracción del aceite esencial de cebolla.....	70
Tabla IV - 9 Comparación de resultados de rendimiento obtenido con el rendimiento bibliográfico.....	71
Tabla IV - 10 Análisis organoléptico.....	71
Tabla IV - 11 Densidad.....	72
Tabla IV - 12 Índice de refracción.....	72
Tabla IV - 13 Componentes mayoritarios del aceite esencial de cebolla morada.....	73
Tabla IV - 14 Contenido de humedad de la cebolla morada en base húmeda.....	76

Tabla IV - 15 Propiedades psicométricas del aire a la entrada y salida del secador.....	78
Tabla IV - 16 Resultados del balance de energía.....	91
Tabla IV - 17 Resumen balance de materia.....	92
Tabla IV - 18 Resumen de balance de energía.....	92
Tabla V - 1 Variables de operación.....	94
Tabla V - 2 Variables seleccionadas para el proceso de extracción de aceite esencial de cebolla.....	95
Tabla V - 3 Tabla comparativa de propiedades físicas con respecto a bibliografía.....	95
Tabla V - 4 Componentes químicos mayoritarios en el aceite esencial de cebolla analizado por el CIQ.....	96

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Página
Imagen II – 1 Metabolitos secundarios que forman a partir de la aliina.....	14
Imagen III-1 Propuesta de Diseño del primer equipo de destilación.....	27
Imagen III - 2 Propuesta de diseño del segundo equipo de destilación.....	28
Imagen III - 3 Propuesta de diseño del tercer equipo de destilación.....	29
Imagen III - 4 Cebolla morada.....	36
Imagen III - 5 Secador Infrarrojo Sartorius.....	38
Imagen III - 6 Cebolla en el proceso de picado.....	40
Imagen III - 7 Calefón instalado al secador.....	41
Imagen III-8 Secador de bandejas.....	41
Imágenes III – 9 - 10 Cebolla en las bandejas dentro del secador.....	42
Imagen III-11 Cebolla deshidratada.....	42
Imagen III - 12 Soplete conectado a gas natural.....	43

Imagen III - 13 Tanque generador de vapor.....	44
Imagen III - 14 Tanque de extracción.....	45
Imagen III - 15 Condensador.....	45
Imagen III - 16 Condensación.....	46
Imagen III - 17 Aceite esencial de cebolla.....	47
Imagen III - 18 Diagrama de flujo del proceso de extracción de aceite esencial de cebolla.....	49
Imagen IV - 1 Análisis cromatográfico del aceite esencial de cebolla.....	73

ÍNDICE DE GRAFICOS

	Página
Gráfico IV-1 Humedad evaporada Vs Tiempo de secado.....	61
Gráfico IV- 2 Resultados obtenidos de la fase experimental.....	64