

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

EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL
DE LA CASCARA DE LIMÓN

Por:

EDWIN QUECAÑA ALDUNATE

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

13 diciembre de 2013

TARIJA – BOLIVIA

Este trabajo está dedicado a dios quien me dio la fe, fortaleza salud, y la esperanza para culminar esta investigación, a mi familia con todo el amor del mundo, especialmente a mi madre Bernarda porque creo en mí y me sacó adelante dándome ejemplos dignos de superación, entrega apoyo incondicional y amor infinito.

ÍNDICE

	Página
Advertencia.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1 Análisis del comercio mundial para el aceite esencial de limón.....	1
1.2 Industrialización del limón.....	7
OBJETIVOS.....	8
.Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos.....	8
JUSTIFICACION.....	8
Producción nacional del limón.....	8

CAPITULO II

MARCO TEORICO

1. MARCO TEÓRICO.....	15
1.1 LIMON.....	15
1.1.1. Características de la materia prima.....	15
1.1.2 Tratamiento del fruto.....	17
1.2.- Tendencia en la industria del limón.....	18
1.2.1. Jugo concentrado de limón.....	19
1.2.2 Aceite esencial del limón.....	19
1.3 Procesos de extracción de aceites esencial de limón.....	21
1.4 TECNICAS DE EXTRACION DE ACEITE ESENCIAL A ESCALA INDUSTRIAL.....	22
1.4.1 Extracción por prensado.....	23

1.4.2 DESTILACION.....	24
1.4.3Destilación por arrastre de vapor.....	25
1.4.4.-Destilación con agua.....	26
1.4.5.- Hidrodestilación.....	26
1.4.6.- ALCOHOLATOS.....	28
1.4.6 Extracción con solventes.....	28
1.4.7.-Extracción con fluidos supercriticos.....	23
1.5.-Técnicas de extracción de aceite esencial a escala laboratorio.....	23
1.5.1.- Extracción con solventes.....	23
1.5.2.- Extracción por arrastre con vapor.....	29
1.5.2.1 Fundamento físico: Ley de Dalton.....	29
1.5.2.2 Aplicaciones Industriales de los aceites esenciales obtenidos por arrate de vapor.....	30
1.5.2.3 Montaje en el equipo que se muestra en la figura I.3.....	31
1.5.3 Método manual de la esponja.....	32
1.5.3.1 Procedimiento Experimental.....	32

CAPITULO II

PARTE EXPERIMENTAL

2.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE MATERIAS PRIMAS.....	34
Método manual de la esponja.....	37
Extracción por prensado.....	37
Extracción con solventes.....	38
Elección del método más adecuado para el procesamiento.....	39
2.2. DISEÑO FACTORIAL.....	40
2.2.1 Criterios de clasificación.....	40
2.2.2 Clasificación del diseño factorial por criterio.....	40

2.3 DISEÑO FACTORIAL PARA LA EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE LIMÓN.....	41
2.3.1. Hipótesis.....	41
2.4.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE LIMON.....	43
2.4.1. Transporte y selección.....	43
2.4.2. Lavado.....	44
2.4.3. Pelado de la cascara del limón.....	44
2.4.4. Pesado de la cáscara.....	45
2.4.5. Trituración en una solución de etanol.....	46
2.4.6- Tiempo de contacto o extracción.....	47
2.4.9- Filtración.....	47
2.4.10.- Evaporación al vacío	48
2.4.11- Envasado	48
2.5. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS.....	48
2.6.-ANALISIS DEL PRODUCTO OBTENIDO.....	52
2.6.1 BALANCE DE MATERIA.....	53
2.6.1.1- Balance de materia en proceso de extracción del aceite esencial del limón.....	54
2.6.2. BALANCE DE ENERGIA.....	58
2.6.3.- Determinación de la Densidad.....	59
2.6.4. Solubilidad del aceite en Etanol.....	60
2.6.5 Determinación del Índice de Refracción.....	60
2.6.6 Determinación del Poder Rotatorio.....	61
2.6.6.1Calculo de la concentración para las diferentes muestras.....	61
2.6.6.2 Rotación óptica observada.....	63
2.6.6.3 caculos de la rotación específica.....	65

2.6.7. CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO.....	66
2.6.7.1- ÍNDICE DE CARBONILO.....	66
2.6.7.2. Reactivo de Fehling.....	67
2.6.7.3 Reactivo de Schiff.....	68

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.1- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	71
3.1.1- Análisis físico-químicos.....	71
3.1.1.1- Índice de refracción.....	71
3.1.1.2- rotación óptica.....	73
3.1.1.3-densidad absoluta y densidad relativa.....	75
3.2.6- Solubilidad en alcohol.....	77
3.3 ANALIS ES ESTADISTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.....	78
3.3.1 CALCULOS DEL ANALISIS DE LA VARIANZA.....	79
3.4 COSTOS DE PROYECTO.....	83
3.4.1 ESTIMACION DE COSTOS.....	83

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
4.1.1CONCLUSIONES.....	86
4.1.2 RECOMENDACIONES.....	77
4.2.- REFERENCIASBIBLIOGRÁFICAS.....	88

ÍNDICE DE CUADROS Y/O TABLAS

Tabla 1 Subproductos obtenidos del procesamiento de limón.....	4
Tabla: 2.Principales mercados de Bolivia para la exportación del limón, expresados en dólares y kilogramos brutos.....	5
Tabla: 3 valores unitarias de exportación de limón fresco, jugos de limón y aceites esenciales de lima y limón.....	6

Tabla: 4 exportaciones e importaciones de aceite esencial a nivel nacional.	
Países importadores de aceite esencial a Bolivia.....	7
Tabla: 5 exportaciones e importaciones de aceite esencial de limón a nivel mundial.....	8
Tabla I.1 Diferentes usos de los subproductos del limón.....	19
Tabla I.2 Componentes del aceite esencial de limón.....	21
Tabla I.3 parámetros físico-químicos de aceite esencial de limón obtenidos por diferentes autores.....	22
Tabla: II.1. Análisis físico del limón peso total, pulpa y porcentaje de cascara en limón.....	34
Tabla: II.2. Análisis físico del limón en el grosor de la cascara.....	35
Tabla II.3 Factores para la extracción de aceite de limón.....	39
Tabla II.4. diseño factorial para el proceso de extracción de aceite limón.....	40
Tabla II.5. Material de laboratorio utilizado.....	51
Tabla II.6 datos de las cuatro muestras más significativas del proceso de extracción de aceite esencial de limón.....	53
Tabla II.7. Rotación óptica observada.....	72
tabla III.1 medidas de índice de refracción en muestras de aceite esencial de limón.....	83
tabla III.2- variación de la rotación óptica en aceite esencial de limón.....	85
TABLA III.3. densidad absoluta y densidad relativa en aceite esencial de limón.....	86
Tabla III.4. Datos para el cálculo del análisis de la varianza.....	90
Tabla III.5. Factores inter-sujetos.....	90
Tabla III.6. Análisis de varianza (ANVA) aplicado a los datos experimentales del proceso de extracción de aceite esencial de limón.....	91
Tabla III.7. Resultados del análisis de varianza.....	92
Tabla III.8. Costo de materia prima.....	93
Tabla III.9 materiales e insumos utilizados en el desarrollo del proyecto.....	93
Tabla III.10. Consumo eléctrico en los equipos utilizados.....	94

Tabla III.11. Consumo eléctrico en los equipos utilizados.....	94
Tabla III.12. Costo total.....	94

Índice de Figuras

Fig. 1.1. Estructura del fruto cítrico.....	16
Figura 1.2. Compuestos característicos del aceite esencial de limón.....	21
Figura 1.3. Esquema de extracción de aceites esencial por arrastre de vapor.....	31
Figura 2.1 limón.....	34
Figura 2.2. Análisis físico en el grosor de la cascara.....	36
Figura 2.3 diagrama de flujo del proceso.....	41
Figura 2. 5 Cascara de limón pelado.....	43
Figura II.6. pesado de la cascara.....	44
Figura 2.7. Trituración de la cascara en una solución de etanol.....	44
Figura 2.8 tiempo de extracción.....	45
Figura II.9 filtración.....	46
Figura 2: 10. Envasado de aceite esencial de limón.....	47
Figurara 2.11 Recipientes de acero inoxidable.....	48
Figura. 2.12 Balanza analítica Electrónica marca Gibertini.....	48
figura.2.13.polarímetro.....	71
Figura 3.1 evolución de los parámetros de rotación óptica, índice de refracción y densidad.....	87

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1

Material de laboratorio utilizado en la extracción de aceite esencial de la cascara de limón	98
--	----

ANEXO 2

TABLA DE DENSIDAD DE ETANOL A DIFERNTES

CONCENTRACIONES.....	92
----------------------	----

ANEXO 3

CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO.....	95
prueba de Fehling.....	96
Prueba de Schiff.....	97