



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

**Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
Escuela Profesional de Ingeniería Química**

**Obtención del aceite esencial de culén (*Psoralea glandulosa*) a través de
métodos convencionales de extracción**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico

Autor

Nixon Trujillo Cruz

Asesor

Dr. Victor Raúl Coca Ramírez

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL **JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

LICENCIADA

Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
Escuela Profesional de Ingeniería Química

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Trujillo Cruz, Nixon	74441785	27 marzo 2024
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Coca Ramírez, Víctor Raúl	15601160	0000-0002-2287-7060
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
Salcedo Meza, Máximo Tomas	15602588	0000-0003-1993-2513
Sanchez Guzman, Alberto Irhaam	15758117	0000-0003-1575-8466
Imán Mendoza, Jaime	40936175	0000-0001-6232-0884

OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE CULÉN (PSORALEA GLANDULOSA) A TRAVÉS DE MÉTODOS CONVENCIONALES DE EXTRACCIÓN

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	13%	2%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ups.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	1%
5	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	dicyt.uajms.edu.bo Fuente de Internet	1%
7	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

Para mi familia.

AGRADECIMIENTO

A mis progenitores por todo su apoyo, confianza y comprensión brindados durante cinco años para alcanzar una de mis metas.

Al Ing. Raúl Coca por su asesoría en la realización de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	16
1.2. Formulación del Problema.....	17
1.2.1. <i>Problema General</i>	17
1.2.2. <i>Problemas Específicos</i>	17
1.3. Objetivos de la Investigación.....	17
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	17
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	17
1.4. Justificación de la Investigación	18
1.5. Delimitaciones del Estudio	18
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	19
2.1.1. <i>Antecedentes Internacionales</i>	19
2.1.2. <i>Antecedentes Nacionales</i>	20
3. Bases Teóricas	21
3.1.1. <i>Aceites Esenciales</i>	21
3.1.2. <i>Composición Química de los Aceites Esenciales</i>	21
3.1.3. <i>Características Fisicoquímicas y Organolépticas de los Aceites Esenciales</i> ...	23
3.1.4. <i>Clasificación de los Aceites Esenciales</i>	24
3.1.4.1. De Acuerdo a su Consistencia.....	24
3.1.4.2. De Acuerdo a su Origen.	24
3.1.5. <i>Localización de los Aceites Esenciales en las Plantas</i>	24
3.1.6. <i>Métodos Convencionales de Extracción de Aceites Esenciales</i>	25
3.1.6.1. Prensado.	25
3.1.6.2. Hidrodestilación.	26

3.1.6.3.	Extracción por Destilación por Arrastre a Vapor.	28
3.1.6.4.	Enflorado.	29
3.1.6.5.	Extracción por Método Soxhlet.....	30
3.1.7.	<i>Parámetros Físicos más Comunes para Caracterizar a los Aceites Esenciales ..</i>	32
3.1.7.1.	Densidad.....	32
3.1.7.2.	Viscosidad.	32
3.1.7.3.	Índice de Refracción.....	33
3.1.7.4.	Solubilidad.....	33
3.1.8.	<i>Parámetros Químicos para Caracterizar a los Aceites Esenciales</i>	33
3.1.8.1.	Índice de Ester	33
3.1.8.2.	Índice de Acidez	33
3.1.9.	<i>Culén</i>	33
3.1.9.1.	Nombre Científico.....	33
3.1.9.2.	Taxonomía.....	33
3.1.9.3.	Distribución Geográfica.	33
3.1.9.4.	Descripción Botánica.....	34
3.1.9.5.	Propiedades Medicinales.	36
3.1.9.6.	Composición Química.....	36
3.2.	Definición de Término Básicos	36
4.	Hipótesis de la Investigación.....	38
4.1.1.	<i>Hipótesis General.....</i>	38
4.1.2.	<i>Hipótesis Específicas</i>	38
5.	Operacionalización de las Variables	38
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....		40
3.1.	Diseño Metodológico.....	40
3.1.1.	<i>Lugar de Ejecución</i>	40
3.1.2.	<i>Materiales Utilizados</i>	41
3.1.2.1.	Materia Prima.	41
3.1.2.2.	Materiales y Equipos.	41
3.1.2.3.	Reactivos.	42
3.1.3.	<i>Procedimiento Experimental.....</i>	42
3.2.	Población y Muestra	44
3.2.1.	<i>Población</i>	44

3.2.2.	<i>Muestra</i>	45
3.3.	Técnicas de Recolección de Datos.....	45
3.3.1.	<i>Para la Selección del Método de Extracción</i>	45
3.3.2.	<i>Materia Prima</i>	45
3.3.2.1.	Humedad.....	45
3.3.2.2.	Cenizas.	46
3.3.3.	<i>Para el Aceite Esencial de Culén</i>	47
3.3.3.1.	Densidad.....	47
3.3.3.2.	Índice de Refracción (IR).	47
3.4.	Técnicas para el Procesamiento de la Información	47
CAPÍTULO IV RESULTADOS		48
4.1.	Elección del Método de Extracción	48
4.2.	Resultados de la Caracterización de la Materia Prima	49
4.2.1.	<i>Porcentaje de Humedad del Culén</i>	49
4.2.2.	<i>Porcentaje de Cenizas del Culén</i>	49
4.3.	Resultados de las Características Físicas del Aceite Esencial	49
4.3.1.	<i>Densidad del Aceite Esencial de Culén</i>	49
4.3.2.	<i>IR del Aceite Esencial de Culén</i>	50
4.4.	Relación Masa:Solvente	50
4.5.	Rendimiento de Extracción.....	51
CAPÍTULO V DISCUSIÓN		53
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		55
6.1.	Conclusiones.....	55
6.2.	Recomendaciones	55
REFERENCIAS		57
ANEXOS		59
Anexo 1.	Densidad	60
Anexo 2.	Índice de Refracción	60
Anexo 3.	Lugar de Localización del Culén.....	61
Anexo 4.	Recolección de las Hojas de Culén.....	61
Anexo 5.	Pesado de la Muestra Pulverizada	62
Anexo 6.	Montaje del Equipo de Extracción Soxhlet	62
Anexo 7.	Obtención del Aceite Esencial de Culén	¡Error! Marcador no definido.

Anexo 8. Rendimiento de la Extracción.....	64
Anexo 9. Determinación de la Densidad.....	65
Anexo 10. Determinación del IR.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Conceptual de Compuestos Comunes en los Aceites Esenciales	22
Figura 2. Estructura Química de los Compuestos Comunes en los Aceites Esenciales... 23	23
Figura 3. Diagrama de las Características Fisicoquímicas y Organolépticas..... 23	23
Figura 4. Clasificación de los Aceites Esenciales	25
Figura 5. Prensado..... 26	26
Figura 6. Montaje de Equipo de Hidrodestilación..... 27	27
Figura 7. Producto de hidrodestilación..... 27	27
Figura 8. Montaje de Equipo de Extracción por Destilación por Arrastre a Vapor	28
Figura 9. Producto de Destilación	29
Figura 10. Montaje de Equipo de Enflorado	29
Figura 11. Montaje del Equipo de Extracción por Método Soxhlet..... 30	30
Figura 12. Equipo Soxhlet..... 31	31
Figura 13. Mapa Conceptual de los Métodos Convencionales de Extracción de Aceites Esenciales	31
Figura 14. Viscosímetro de Tubo en U	32
Figura 15. Taxonomía del Culén..... 34	34
Figura 16. Mapa Conceptual de la Descripción Botánica del Culén..... 34	34
Figura 17. Culén..... 35	35
Figura 18. Culén: Inflorescencia	35
Figura 19. Gráfico de la Composición Química del Culén	36
Figura 20. Ubicación Geográfica de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión..... 40	40
Figura 21. Diagrama de Flujo del Procedimiento Experimental..... 42	42
Figura 22. Mapa de la Región de Huánuco	44
Figura 23. Mapa de la Provincia de Huacaybama..... 45	45
Figura 24. Grafica Masa Solvente vs Volumen de Aceite Extraído	51
Figura 25. Tratamiento vs Rendimiento de Extracción..... 52	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las Variables	39
Tabla 2. Ventajas y Desventajas de los Métodos Convencionales de Extracción.....	48
Tabla 3. Resultados de Porcentaje de Humedad.....	49
Tabla 4. Resultados de Porcentaje de Cenizas.	49
Tabla 5. Resultados de la Densidad (g/ml).....	50
Tabla 6. Resultados del Índice de Refracción	50
Tabla 7. Resultados de Relación Masa:Solvente.....	50
Tabla 8. Rendimiento de la Extracción del Aceite Esencial de Culén (%).	51

RESUMEN

La siguiente indagación tuvo como finalidad extraer el aceite esencial de culén empleando un método convencional, así mismo determinar la relación óptima de muestra/solvente y las características físicas del aceite esencial de culén, para ello se tuvo que realizar una serie de operaciones unitarias que consiste en: clasificación, lavado, secado, pulverización y pesado, todas estas se llevaron a nivel de laboratorio. La metodología empleada fue la de extracción por método Soxhlet, para ello se emplearon muestras de 10, 15 y 20g de culén y 200 ml de etanol como solvente, realizándose 3 repeticiones de cada una. Posteriormente se procedió a determinar los parámetros físicos de densidad (ρ) e índice de refracción (IR) de las muestras de aceite obtenido, según las NTP. Por otra parte, los datos reportados fueron plasmados en Microsoft Excel, como 3 tratamientos (T1, T2 y T3) con 3 repeticiones cada uno para un mejor estudio y análisis de los resultados obtenidos. Finalmente se concluyó que el mayor rendimiento corresponde al tratamiento T3 con un promedio de 1.278% empleándose una cantidad de culén de 20g, 200 ml de etanol y un tiempo de extracción de 7 horas.

Palabras claves. Extracción por solventes, Soxhlet, índice de refracción, rendimiento.

ABSTRACT

The purpose of the following investigation was to extract the essential oil from culén using a conventional method, as well as determine the optimal sample/solvent ratio and the physical characteristics of the essential oil from culén, for this a series of unit operations had to be carried out that consisted in: classification, washing, drying, spraying and weighing, all of these are carried out at the laboratory level. The methodology used was extraction by the Soxhlet method, for which samples of 10, 15 and 20g of culén and 200 ml of ethanol as solvent were used, making 3 repetitions of each one. Subsequently, the physical parameters of density (ρ) and refractive index (RI) of the oil samples obtained were determined, according to the NTP. On the other hand, the reported data was captured in Microsoft Excel, as 3 treatments (T1, T2 and T3) with 3 repetitions each for a better study and analysis of the results obtained. Finally, it was concluded that the highest yield of hours corresponds to treatment T3 with an average of 1.278% using a quantity of culén of 20g, 200 ml of ethanol and an extraction time of 7.

Keywords. Solvent extraction, Soxhlet, refractive index, yield.

INTRODUCCIÓN

El culén (*Psoralea glandulosa*), según Medicamentos Herbarios Tradicionales (2009) presenta propiedades medicinales así sea ingerido o untado. En el caso que sea ingerido, presenta propiedades para aliviar el dolor de estómago, empacho, indigestión, diarrea, inapetencia, incluso algunos estudios han demostrado que es presenta propiedades contra la diabetes mellitus. Si es untado, ayuda a la cicatrización de heridas.

El objetivo del presente estudio es extraer el aceite esencial del culén, con la finalidad de poder aprovechar los principios activos que posee, para lo cual se empleará como método de extracción convencional el extractor Soxhlet y utilizando como solvente el alcohol etílico, debido a su menor costo económico y no deja elementos trazas perjudiciales para las personas, así mismo se procedió a determinar el rendimiento. Finalmente, para analizar el aceite esencial, se hizo la caracterización, obteniendo los parámetros físicos como el índice de refracción y la densidad.

CAPÍTULO I : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

La aplicación y/o utilización de los aceites esenciales abarca un gran espectro, por ejemplo, son utilizados en la industria cosmética, alimentaria, de jabones y sobre todo en la medicina, es decir, basándonos en las propiedades del bien intermedio de cual se extraerá se busca que el aceite esencial alivie algunas dolencias o sirva de tratamiento para algún tipo de enfermedad. Ante ello la demanda de aceites esenciales ha ido en aumento en los últimos años, fundamentalmente por razones de salud. Por ello se busca que estos productos sean de origen natural y no sintético para de esta manera prevenir efectos nocivos.

Bien sabemos que el ser humano desde tiempos remotos ha utilizado a la naturaleza como fuente de materia, una de ellas son las plantas que eran aprovechadas como fuentes medicinales, a pesar de que en esos tiempos no se conocía a profundidad o con base científica los beneficios que podrían tener estas plantas, pero hoy en día sabemos que muchas de las plantas presentan propiedades que contribuyen al tratamiento de enfermedades, y estas reciben la denominación de plantas medicinales. Es por esas razones que se trata de aprovechar todos estos beneficios de las plantas medicinales y una forma de hacerlo a través de la extracción de sus aceites esenciales. Pero no solo se puede aprovechar en mejorar la salud de las personas, sino también en otros campos.

Una alternativa que presentamos es la obtención del aceite esencial de culén, que es una planta que presenta diversas propiedades medicinales que puede contribuir a aliviar las dolencias de los afectados.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo obtener aceite esencial de culén (*Psoralea glandulosa*) a través de métodos convencionales de extracción?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la caracterización del aceite esencial de culén (*Psoralea glandulosa*) extraído?
- ¿Cuál es la relación masa/solvente más adecuada para obtener aceite esencial de culén (*Psoralea glandulosa*)?
- ¿Cuál es la eficiencia de la extracción de aceite esencial de culén (*Psoralea glandulosa*) mediante el método Soxhlet?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Determinar el método convencional más apropiado para la extracción del aceite de culén (*Psoralea glandulosa*)

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la caracterización del aceite esencial de culén (*Psoralea glandulosa*) extraído.
- Determinar la relación masa/solvente más adecuada para obtener aceite esencial de culén (*Psoralea glandulosa*).
- Evaluar la eficiencia de la extracción de aceite de culén (*Psoralea glandulosa*) mediante el método Soxhlet

1.4. Justificación de la Investigación

La obtención de aceite esencial mediante métodos convencionales, como viene a ser uno de ellos el llamado Soxhlet, se lleva a cabo con la finalidad de adquirir nuevos conocimientos teóricos, pero sobre todo prácticos de cómo poder extraer estos aceites que son partes de todas las plantas y que los posibles lectores se interesen más en este tema y puedan experimentar con otras materias primas e innovar con otros métodos de extracción

Asimismo, diferentes estudios realizados demuestran las propiedades curativas que presenta el culén, por ende también con este trabajo de tesis se busca contribuir en aliviar algunas dolencias y/o enfermedades de manera natural y sin daños colaterales.

1.5. Delimitaciones del Estudio

El trabajo de tesis será realizado en los alrededores de la localidad de Huacho y en la UNJFSC, que comprenderá un periodo de duración de enero a abril del año 2023.

CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Casado (2018), da a conocer que su diseño procedimental consta de 2 fases, una primera fase que consiste adecuarse a la operación del equipo, establecer los parámetros adecuados a los que operara y establecer la metodología experimental, para ello se empleó una mezcla para simular la extracción que contenía serrín y aceite esencial; la segunda fase ya viene a ser el desarrollo de las pruebas con la muestra natural, donde se van a optimizar las variables con que se trabajara para cada uno de los productos a destilar. El tiempo de operación para la naranja y el lavandin fue de 25 minutos mientras que para el limón fue de 45 minutos; se utilizó 0.27 Kg de naranja, 0.27 Kg de limón y 90 Kg de lavandin, para las tres materias primas se trabajó a presión atmosférica y se empleó 4L de agua. Se obtuvieron resultados de rendimiento de 1.3% para la naranja, 0.31% para el limón y 3.1% para lavandin. Concluyo que los rendimientos obtenidos para la naranja y el lavandin se encuentra dentro del rango reportado por su revisión literaria, mientras que el para el limón su rendimiento obtenido es muy bajo, esto evidencia la intervención de diversos componentes externos que no están relacionados con el equipo o parámetros de operación.

Angarita (2019), en su proyecto estudio como obtener aceite esencial de las semillas de durazno empleando los métodos de Soxhlet y arrastre de vapor, evaluando el rendimiento de extracción. Se empleó dos tipos de solventes como son el n-Hexano y etanol, en una relación de muestra/solvente de $\frac{1}{4}$. Los mejores resultados de rendimiento fueron: para el caso de la extracción por Soxhlet de 54% y 16.80% empleando C_6H_{14} y C_2H_5OH como solvente respectivamente, considerando un tiempo de extracción de 4 horas; para el caso del método por arrastre de vapor fue de 17.19% y 9.04% empleando

hexano y etanol respectivamente, considerando un tiempo de extracción de 2 horas. Finalmente se concluyó que los resultados obtenidos fueron óptimos.

Gallego y Rios (2020), este trabajo desarrollo 2 procedimientos de separación sólido-líquido cuya finalidad es obtener el aceite esencial de Limoneno a partir de las cáscaras de naranja. Para la parte experimental se empleó 128.07 g de cascaras para llevar a cabo la destilación por arrastre a vapor y 44.57 g de cascaras en un equipo Soxhlet empleando como solvente alcohol etílico en una concentración de 70% v/v y éter en igual concentración para mezclas de naranja-mandarina. Se concluyó que el método de arrastre de vapor fue el más eficiente a una temperatura de 95 °C, pero este proceso tomo más tiempo en comparación al método Soxhlet.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Condori y Mateo (2018), en su investigación desarrollada establecieron las condiciones favorables para extraer aceite esencial a partir de linaza a nivel de laboratorio, empleando el método de extracción Soxhlet, utilizando como solvente el hexano. Se utilizaron muestras de linaza de 15g y 20 g con 7,78% de humedad; granulometría de 60 ASTM. Los rendimientos porcentuales fueron: 28,535 para 15 g de linaza y 150 mL de solvente y 29,708 para 20 g linaza y 200 mL de solvente.

Aguilar (2019), En su trabajo de tesis se planteó como objetivo extraer aceite esencial de hinojo empleando dos métodos como son Soxhlet y arrastre de vapor, asimismo evaluar el rendimiento y los parámetros fisicoquímicas del aceite extraído. La metodología experimental a nivel de laboratorio incluyo un acondicionamiento de la materia, que empezó por la clasificación, lavado, desojado y pesado, posteriormente se prosiguió con la extracción mediante arrastre de vapor y Soxhlet y finalmente se analizó sus características fisicoquímicas.

Gabriel (2019), en su trabajo de investigación se planteó como objetivo optimizar la obtención de aceite a partir de *moringa oleífera* mediante Soxhlet. El diseño experimental está basada en los agentes que afectan a la obtención del aceite como son: tamaño de partícula, tamaño de malla y solvente empleado. Se trabajó con malla de 800, 1000 y 1200; además se usaron como solvente al hexano, ligroina y dietilèter. El tiempo de operación fue de 2, 2.5 y 3 horas y la proporción de muestra/solvente fue de 1/10, 1/12 y 1/15. Los rendimientos más altos obtenidos fueron de 47.12%, 52.54% y 44.22%, considerando los parámetros de operación de una relación semilla-solvente de 1:10, 1:15 y 1:12, solvente C₆H₁₄, malla 800 y 3 horas de extracción.

3. Bases Teóricas

3.1.1. Aceites Esenciales

Se puede definir a los aceites esenciales como una mezcla de múltiples tipos de sustancias, entre ellos hidrocarburos, compuestos carbonilo y fenoles. Estos aceites están presentes de manera natural en diversas partes de las plantas y también de los frutos, para poder obtenerlo se realiza un proceso de extracción, para los cuales existen diferentes métodos, como por ejemplo, destilación por arrastre a vapor, Soxhlet, prensado en frío, entre otros.

Los aceites esenciales tienen múltiples aplicaciones tanto industriales como medicinales, es por ello que en la actualidad se está tratando de extraer estos aceites esenciales de plantas con alto poder medicinal.

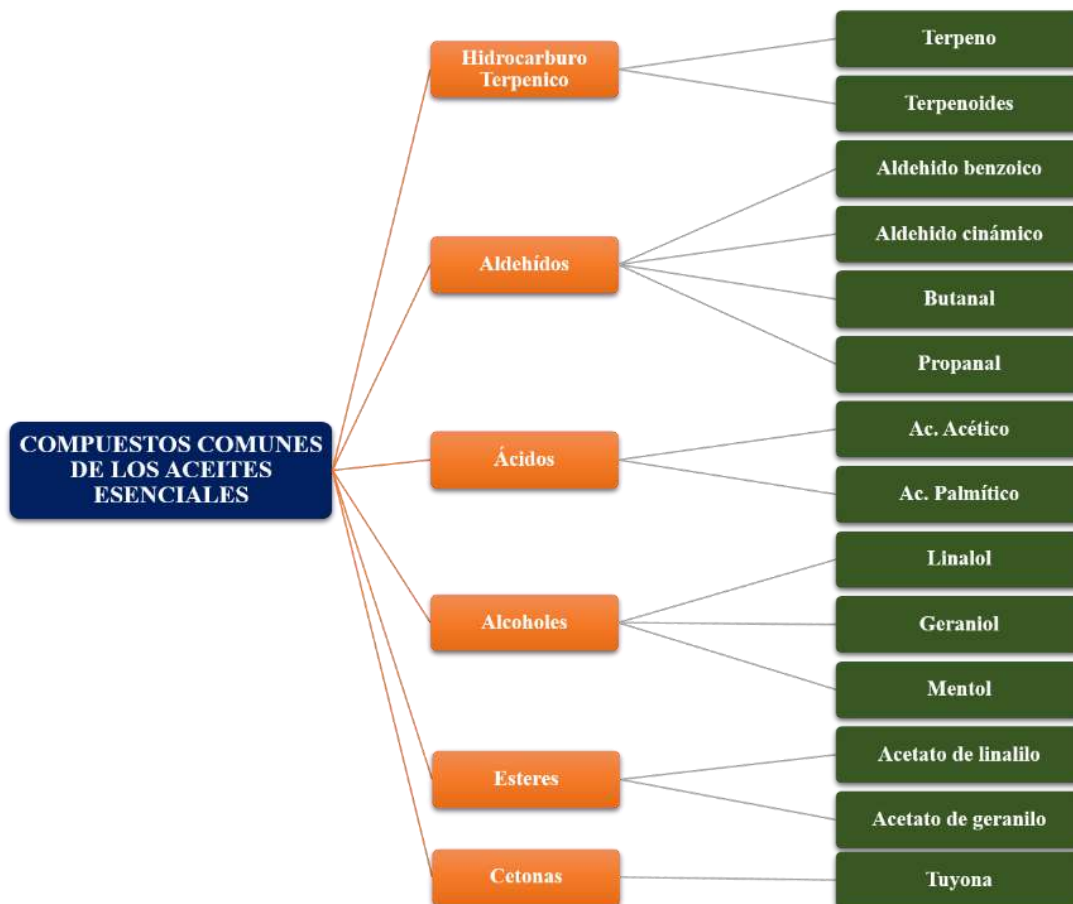
3.1.2. Composición Química de los Aceites Esenciales

Según Ortuño (2006), afirma que los componentes mayoritarios de los aceites son de tipo hidrocarburo terpenico, pero a pesar de estar en su mayoría, no contribuyen en gran medida al aroma característico del aceite esencial, a diferencia de los componentes

minoritarios, que pueden ser de cualquier familia química, son los que aportan el aroma característico al aceite esencial. Pero la composición final del aceite esencial va depender de diversos factores, por ejemplo, la materia prima de la cual ha sido extraído, geografía, uso al que esté destinado entre otros.

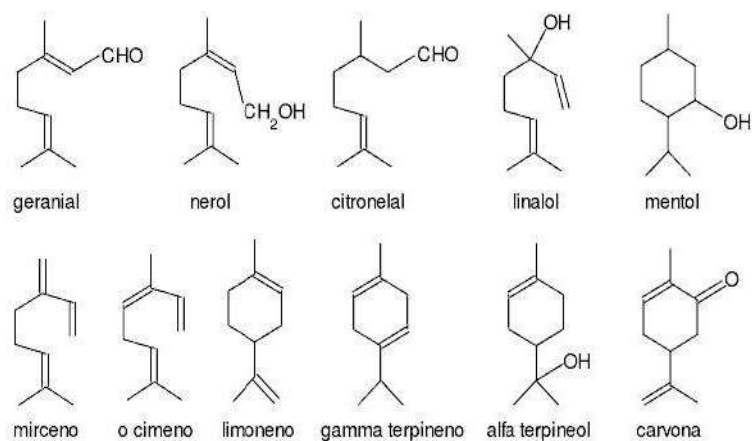
Uno de los compuestos característicos de los aceites esenciales, vienen a ser los terpenos, reciben esta denominación, debido a que provienen originalmente de manera oriunda del aceite de trementina. También encontramos los aceites esenciales ricos en oxígeno, aceites nitrogenados y aceites sulfonados. Por ejemplo, el aceite de anís presenta derivados oxigenados; el aceite de limón presenta terpenos; el aceite de berro contiene compuestos nitrogenados, mientras que el aceite de ajo presenta compuestos azufrados.

Figura 1.
Mapa Conceptual de Compuestos Comunes en los Aceites Esenciales



En la Figura 1, se presenta un mapa conceptual con los compuestos comunes que presentan los aceites esenciales. Asimismo en la Figura 2, se observa la estructura química de algunos de estos compuestos.

Figura 2.
Estructura Química de los Compuestos Comunes en los Aceites Esenciales

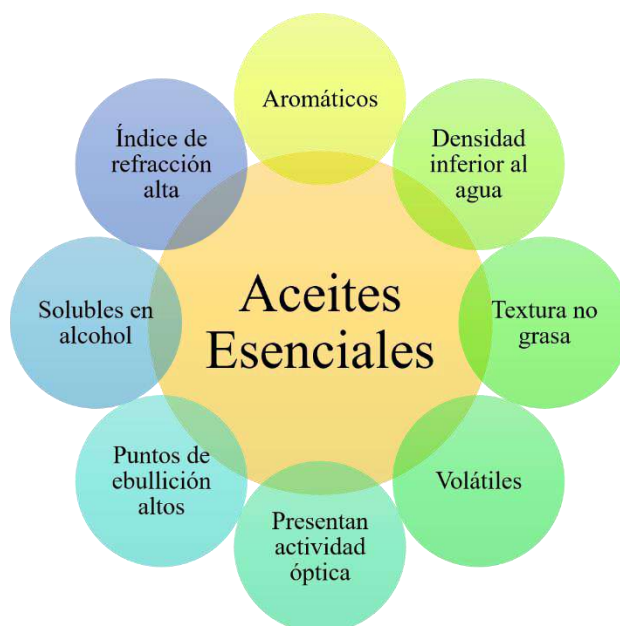


Fuente: Ortuño (2006)

3.1.3. Características Físicoquímicas y Organolépticas de los Aceites Esenciales

En la Figura 3 se presenta las características fisicoquímicas y organolépticas.

Figura 3.
Diagrama de las Características Físicoquímicas y Organolépticas



Fuente: Elaboración propia en base a Casado (2018)

3.1.4. Clasificación de los Aceites Esenciales

Alejandro (2003) clasifica a los Aceites Esenciales (A.E.) tomando en cuenta dos aspectos:

3.1.4.1. De acuerdo a su consistencia.

- **Esencias Fluidas:** se encuentran en fase líquida y son volátiles a 25 °C
- **Bálsamos:** son más espesos, pocos volátiles y pueden polimerizarse.
- **Oleorresinas:** normalmente son líquidos viscosos o casi sólidos, ellos presentan concentrado el aroma de la materia prima natural.

3.1.4.2. De Acuerdo a su Origen.

- **Naturales:** se extraen de manera directa de la naturaleza, es decir, de las plantas, y no van a pasar por ningún proceso que lo haga cambiar fisicoquímicamente.
- **Artificiales:** son el resultado de mecanismos de optimización de igual esencia con uno o varios de sus compuestos.
- **Sintéticos:** son aquellos elaborados a través de síntesis química.

En la Figura 4, se muestra un mapa conceptual que sintetiza la clasificación de los A.E.

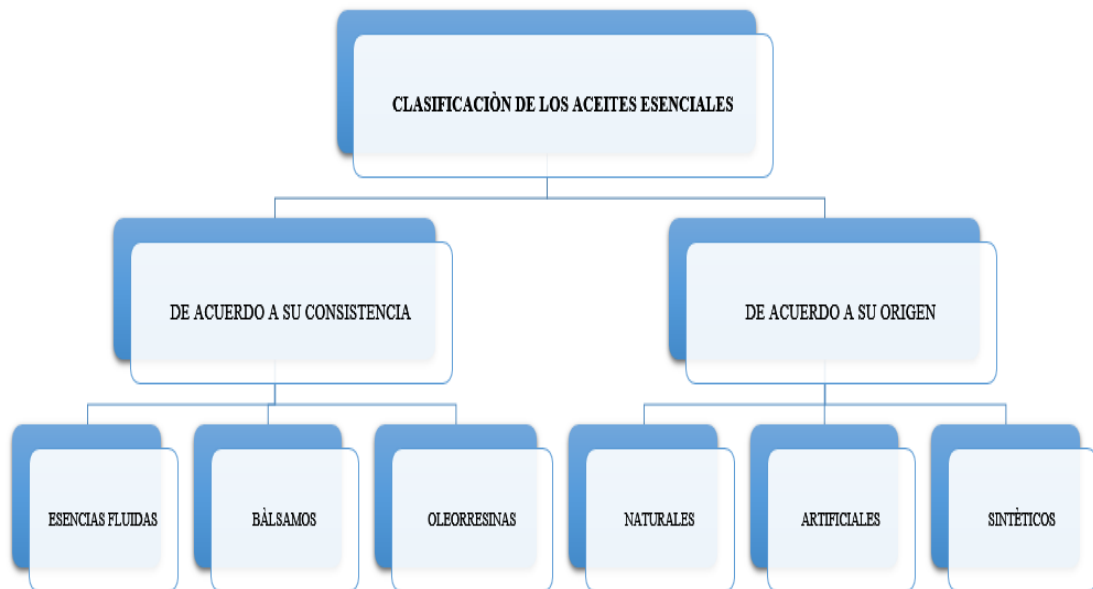
3.1.5. Localización de los Aceites Esenciales en las Plantas

Según Torrez (2012), nos menciona que los aceites se pueden encontrar alojado en diversas áreas de las plantas:

- Pueden estar distribuidas de forma homogénea por todas las células, como sería el caso de los pétalos de rosa y en esta distribución se necesita de un método de extracción especial.

- En bolsas secretoras, vienen a ser tipo bolso donde están alojados los aceites y que se van llenando gracias a que en la parte de arriba de ellos se encuentran las glándulas secretoras.

Figura 4.
Clasificación de los Aceites Esenciales



3.1.6. Métodos Convencionales de Extracción de Aceites Esenciales

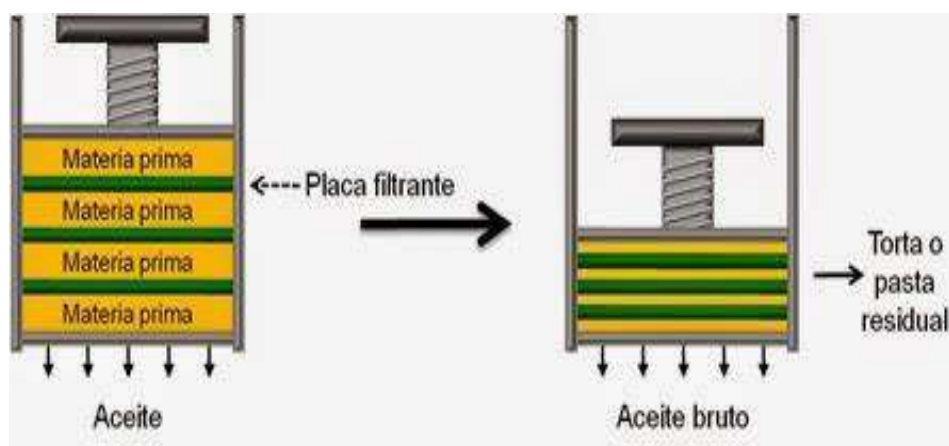
Existen diferentes métodos para extraer aceite esencial a partir de una planta, es así que en la actualidad están surgiendo nuevos métodos para esta finalidad, pero también están los métodos convencionales de extracción de aceites esenciales que aún se siguen utilizando como son:

3.1.6.1. Prensado.

También es llamado expresión, en este método de extracción, la materia prima es estrujada hasta extraer el aceite esencial, éste es recogido y posteriormente filtrado. Es comúnmente usado para la extracción de esencias cítricas (Rodríguez et al., 2012).

En la Figura 5 podemos observar el equipo que se emplea para llevar a cabo el prensado, así como también la forma en usarlo.

Figura 5.
Prensado



Fuente: Extracción de Aceite: Prensado (2014)

3.1.6.2. Hidrodestilación.

En este método, la muestra vegetal se encuentra en el mismo recipiente que el agua. Al llevar esta mezcla a su punto de ebullición, que es menor que la del agua y debido a esto se produce la destilación. Entonces el vapor se condensa al pasar por el condensador y se obtiene una mezcla en fase líquida, que no son miscibles, se nota dos fases:

- **Fase orgánica:** donde está presente el aceite extraído.
- **Fase acuosa:** esta fase consiste en la parte de compuestos solubles en el agua de los aceites.

Se puede llegar a separar estos líquidos gracias a que presentan diferentes densidades y son inmiscibles. La fase menos densa flota, que generalmente es la fase orgánica, mientras que la más densa se deposita en el fondo, por lo general es la fase acuosa.

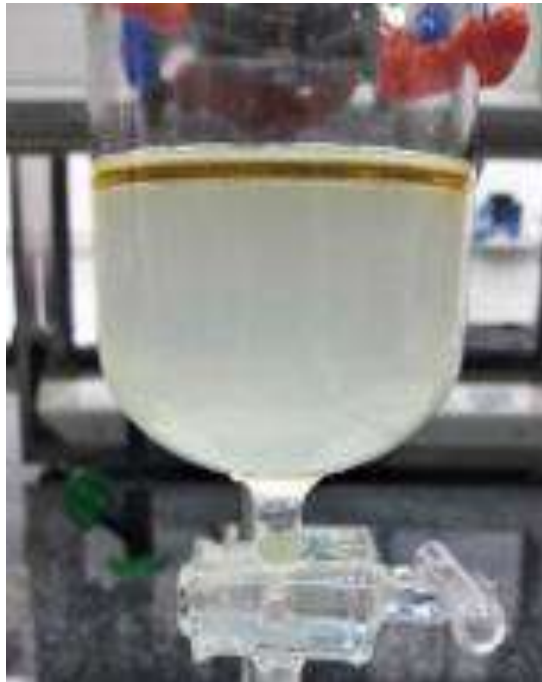
En la Figura 6, se presenta el montaje de equipo para llevar a cabo la hidrodestilación. De la misma manera en la Figura 7, se muestra los productos de este método de extracción.

Figura 6.
Montaje de Equipo de Hidrodestilación



Fuente: Hidrodestilación (2019)

Figura 7.
Producto de hidrodestilación



Fuente: Casado (2018)

3.1.6.3. Extracción por Destilación por Arrastre a Vapor.

Este método de extracción, se diferencia de la hidrodestilación, ya que la planta y el agua para producir el vapor, no se encuentran en el mismo recipiente o en contacto directo. En este método, el vapor se genera en otro recipiente y luego el vapor es ingresado al depósito donde se encuentra la planta. El mecanismo de obtener aceite esencial a través de este método, consiste en específicamente arrastrar los aceites esenciales de la planta empleando el vapor de agua. Este aceite esencial que es arrastrado, pasa por una condensación, se recolecta y separa de la fracción acuosa posteriormente Casado (2018).

En la Figura 8 se muestra el montaje para llevar a cabo la por destilación por arrastre a vapor y en la Figura 9 observamos los productos que se obtiene

Figura 8.
Montaje de Equipo de Extracción por Destilación por Arrastre a Vapor



Fuente: Casado (2018)

Figura 9.
Producto de Destilación



3.1.6.4. Enflorado.

También recibe la denominación de enfleurage. Por lo general este método es utilizado para cuando la materia prima vegetal son flores, es de ahí el nombre de enflorado. Este método consiste en el empleo de una grasa, que se pone en comunicación con la muestra, es esta grasa sirve como medio extractor, luego veremos una mezcla de aceite -grasa, que luego puede ser separado por cualquier operación unitaria de separación (Rodríguez et al., 2012).

En la Figura 10 se presenta el equipo para llevar a cabo el enflorado.

Figura 10.
Montaje de Equipo de Enflorado

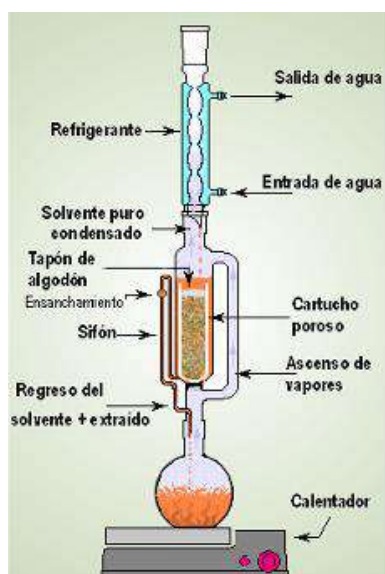


Fuente: Métodos de Extracción

3.1.6.5. Extracción por Método Soxhlet.

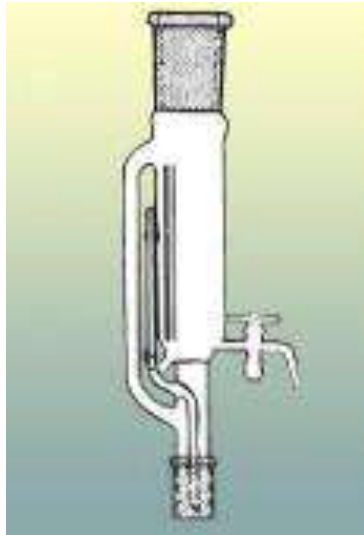
Este método de extracción es empleado cuando la materia prima vegetal se encuentra en fase sólida, es considerado un método de extracción continuo y está incluido dentro de los métodos de extracción por solventes. El proceso consiste en un valor agregar el solvente a emplear, encima se conecta el equipo Soxhlet y por encima de ello el refrigerante. El solvente que se encuentra en el balón se tiene que calentar hasta que el vapor sube por el conducto lateral y se produzca la condensación, cayendo en forma líquida sobre la muestra, cuando llega al nivel de sifón, el solvente va regresar al balón como una mezcla de solvente-aceite. Se tiene que repetir este proceso, hasta que se agote todo el cartucho (Aguilar, 2019). En la Figura 11 se presenta el montaje de equipo para llevar a cabo la extracción por el método Soxhlet, mientras que en la Figura 12 se observa únicamente el equipo llamado Soxhlet.

Figura 11.
Montaje del Equipo de Extracción por Método Soxhlet.



Fuente: Gabriel (2019)

Figura 12.
Equipo Soxhlet



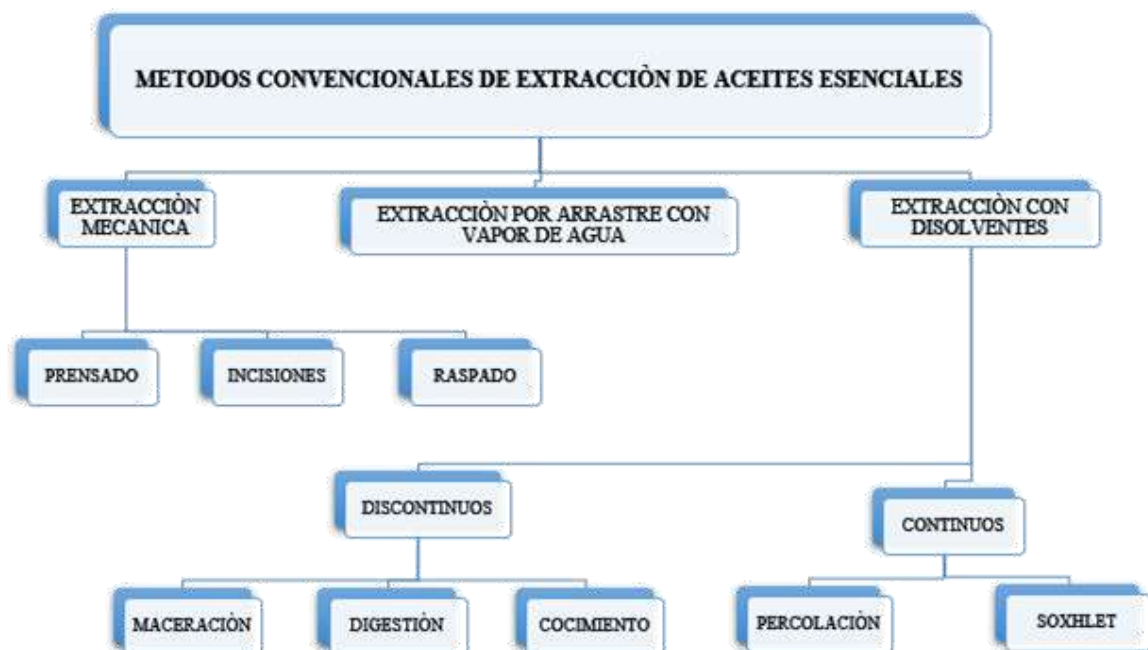
Fuente: Gabriel (2019)

- ***Solventes empleados.***

Los solventes que se emplean comúnmente son el etanol, acetona, hexano e isopropanol, aunque depende también de la normativa nacional (Aguilar, 2019).

En la Figura 13 se sintetiza mediante un mapa conceptual los métodos convencionales de extracción de aceites esenciales.

Figura 13.
Mapa Conceptual de los Métodos Convencionales de Extracción de Aceites Esenciales



3.1.7. Parámetros Físicos más Comunes para Caracterizar a los Aceites Esenciales

Aguilar (2019), nos menciona que para caracterizar físicamente a los aceites esenciales se debe medir los siguientes parámetros:

3.1.7.1. Densidad.

Es la masa entre el volumen del aceite, se puede medir haciendo uso de un picnómetro o también midiendo el volumen del aceite en una probeta y posteriormente la pesando la masa del aceite. La fórmula para calcular es la siguiente:

$$\rho = \frac{\text{masa del aceite}}{\text{volumen del aceite}} = \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

3.1.7.2. Viscosidad.

Se define como la propiedad del fluido de poner resistencia a la circulación de sus moléculas. Para medir la viscosidad se suele usar más comúnmente el viscosímetro de tubo Ostwald.

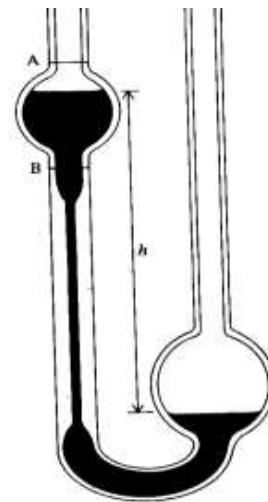


Figura 14.
Viscosímetro de Tubo en U

Fuente: Michael (2004, p. 46).

- **Viscosímetro de Tubo Ostwald.** Son de tipo viscosímetro capilar y existen una gran variedad en el mercado, pero debemos seleccionar el adecuado para conseguir un tiempo de fluido de 200 segundos. En la Figura 14 podemos observar el viscosímetro.

3.1.7.3. Índice de Refracción.

Permite conocer la pureza del aceite, para de esta manera saber si tiene algunas modificaciones extrañas, por lo general el IR de los aceites esenciales varía entre 1.43 y 1.62 a 20 °C.

3.1.7.4. Solubilidad

Los aceites generalmente son liposolubles.

- La solubilidad en etanol. Esto depende de 2 factores, como son el porcentaje de monoterpenos y la graduación alcohólica

3.1.8. Parámetros Químicos para Caracterizar a los Aceites Esenciales

Aguilar (2019), nos menciona que para caracterizar químicamente a los aceites esenciales se debe medir los siguientes parámetros:

3.1.8.1. Índice de Ester

Es la cantidad de KOH necesario para saponificar los glicéridos presente en 1g de grasa o aceite.

3.1.8.2. Índice de Acidez

Es la cantidad de NaOH necesario para neutralizar la acidez por gramo de aceite esencial.

3.1.9. Culén

3.1.9.1. Nombre Científico.

Psoralea glandulosa L.

3.1.9.2. Taxonomía.

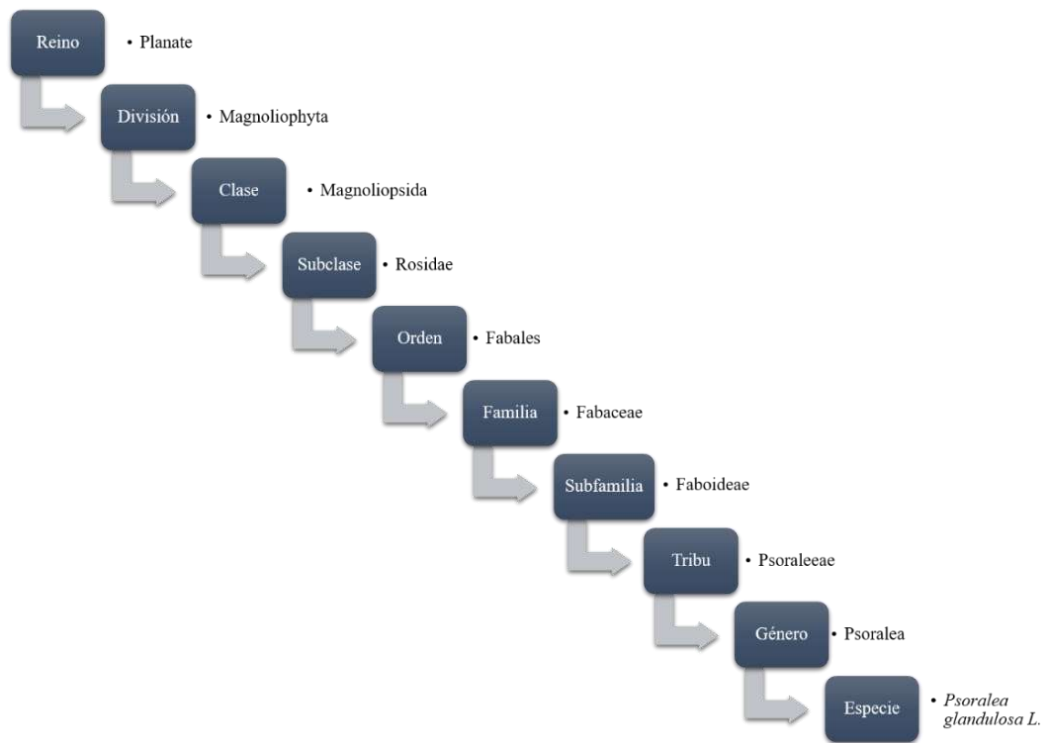
La Figura 15 muestra la taxonomía completa del Culén

3.1.9.3. Distribución Geográfica.

Su distribución en el Perú es en la región de los Andes entre 2 000 a 3 8000 m.s.n.m. Específicamente en el Valle de Urubamba, en el Cuzco,

Cajamarca, Junín, Ayacucho. Asimismo se encuentra también en Bolivia, Chile y Argentina (Inka Plus).

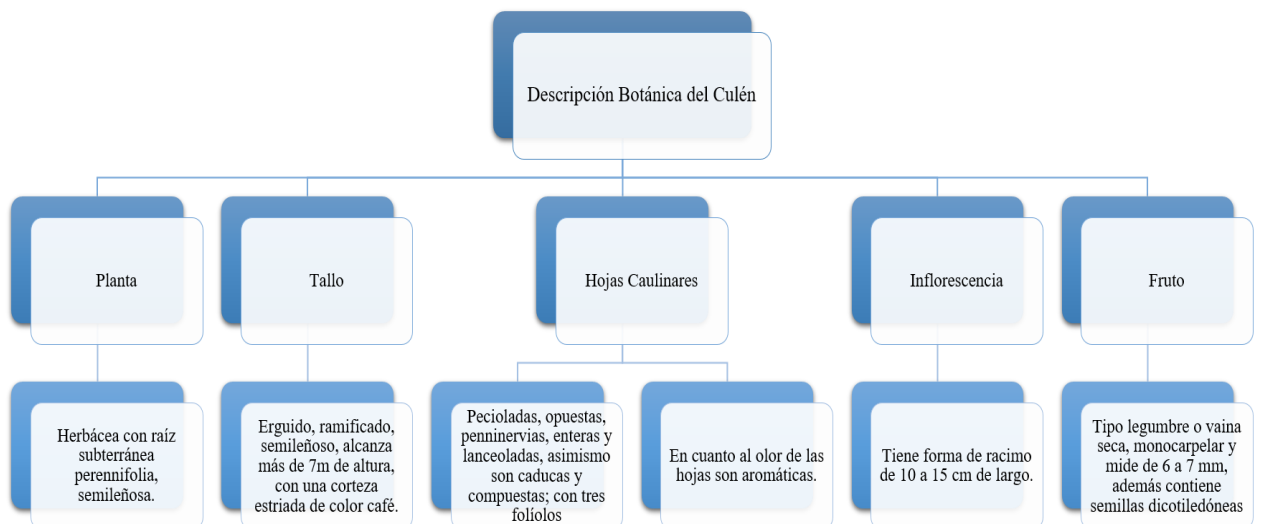
Figura 15.
Taxonomía del Culén



3.1.9.4. Descripción Botánica.

La Figura 16 muestra la descripción botánica del culén.

Figura 16.
Mapa Conceptual de la Descripción Botánica del Culén



Fuente: elaboración propia con base de datos de NaturalistaCO (s.f.)

En la Figura 17 se presenta el culén, asimismo en la Figura 18 podemos apreciar su inflorescencia.

Figura 17.
Culén



Fuente: Inka Plus (s.f.)

Figura 18.
Culén: Inflorescencia



Fuente: NaturalistaCO (s.f.)

3.1.9.5. Propiedades Medicinales.

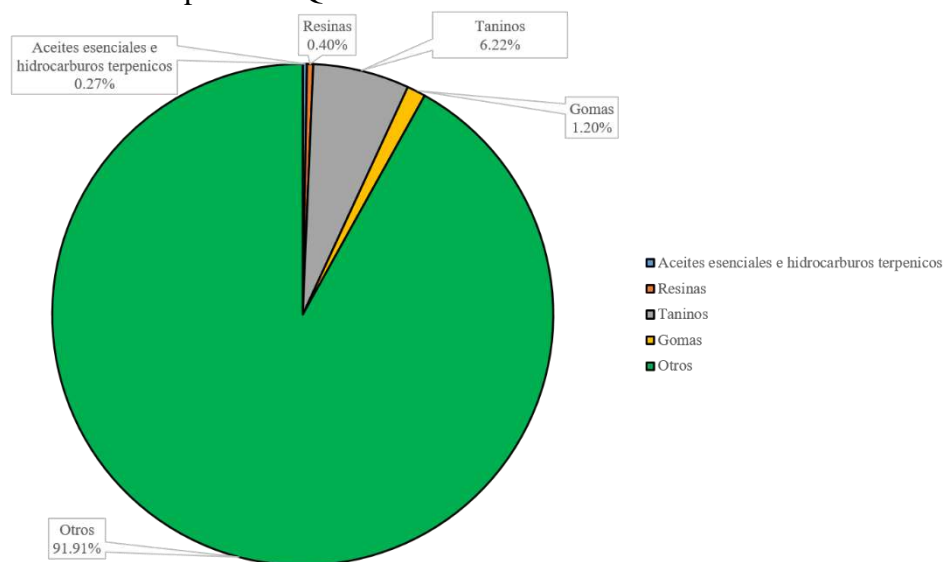
Según Medicamentos Herbarios Tradicionales (2009) las propiedades medicinales del culén se pueden distinguir según sea para uso interno o externo. En el caso que sea para uso interno, presenta propiedades para aliviar el dolor de estómago, empacho, indigestión, diarrea, inapetencia, incluso algunos estudios han demostrado que es presenta propiedades contra la diabetes mellitus. Si el uso es externo, ayuda a la cicatrización de heridas.

3.1.9.6. Composición Química.

La Figura 19 muestra la composición química de la planta de culén

Figura 19.

Gráfico de la Composición Química del Culén



Fuente: elaboración propia con base de datos de Martínez (2021)

3.2. Definición de Término Básicos

- **Temperatura**

Es una magnitud física que nos permite conocer la cantidad de calor que está presente en la materia, para ello se utiliza un instrumento llamado termómetro y las unidades más comunes de medición son: grado Celsius (°C), grado Fahrenheit (°F), grados Kelvin (°K)

- **Rendimiento de extracción**

Lo definiremos como la relación entre el peso de aceite que se extrae a partir de una determinada cantidad de muestra o materia prima.

- **Tiempo de extracción**

Para fines de este trabajo de tesis, definiremos al tiempo de extracción, como la duración del proceso de obtener aceite esencial por cualquier método de extracción.

- **Extracción**

Podemos definirlo como el proceso que consiste en separar una determinada sustancia de su materia que lo contiene, esta sustancia puede encontrarse en fase líquida, sólida o vapor.

- **Refracción**

Se define como el cambio en el sentido de cualquier tipo de radiación que es consecuencia de atravesar en forma oblicua medios de distintas densidades.

- **Terpenos**

Compuestos orgánicos aromáticos que se encuentran presentes en las plantas y son derivados del isopreno.

- **Esencias**

Se obtienen a partir de un producto el cual sufre modificación, por lo general se le añaden sustancias con aroma, como por ejemplo aceites esenciales.

- **Aceite Esencial**

Se define como sustancias aromáticas, de origen natural que para lograr su obtención se necesita de métodos de extracción.

- **Solvente**

Es una sustancia química que es la encargada de disolver al soluto, este puede

ser sólido, líquido o gas, formando de esta manera una solución.

- **Soxhlet**

Es un equipo de laboratorio diseñado para extraer sustancias cuya solubilidad es menor.

- **Densidad**

Es la magnitud que nos indica la relación entre la masa y el volumen de alguna sustancia o materia.

- **Caracterización Físicoquímica**

Se define como los análisis que se realiza a una materia prima o productos con la finalidad de conocer ciertos aspectos de ellos.

4. Hipótesis de la Investigación

4.1.1. Hipótesis General

Mediante el método de extracción Soxhlet se puede obtener el aceite esencial de culén (*Psoralea glandulosa*).

4.1.2. Hipótesis Específicas

- Mediante un análisis de los parámetros físicoquímicos del aceite esencial extraído nos permitirá conocer sus características.
- Mediante la relación masa/solvente adecuada podemos extraer el mayor volumen de aceite de culén (*Psoralea glandulosa*)
- La relación masa de aceite extraído/masa de muestra nos permite determinar la eficiencia de extracción de aceite esencial de culén (*Psoralea glandulosa*)

5. Operacionalización de las Variables

Ver Tabla 1

Tabla 1.
Operacionalización de las Variables

	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	
			Dimensiones	Indicadores
Variable Dependiente (V.D)	Aceite Esencial de Culén (<i>Psoralea glandulosa</i>)	Es un compuesto aromático extraído a partir de la planta de culén (<i>Psoralea glandulosa</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de aceite obtenido 	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen • Porcentaje • Masa/volumen
			<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento • Densidad • Índice de Refracción 	
Variable Independiente (V.I)	Métodos Convencionales de Extracción	Existen diversos métodos para la extracción de los aceites esenciales que se vienen utilizando para extraer los componentes aromáticos naturales de las plantas. La elección de cuál de ellos es el mejor depende de muchos factores tales como el tipo y parte de la planta, la calidad del aceite que se requiere, los residuos químicos, el rendimiento de extracción, la seguridad y salud y los costos.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo y Parte de la planta 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas • Alto • Bajo costo
			<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento • Costo 	

CAPÍTULO III : METODOLOGÍA

3.1. Diseño Metodológico

La indagación es de tipo correlacional, debido a que buscamos dar respuestas a nuestros problemas de investigación planteados. En cuanto al enfoque de la investigación se puede decir que es cuantitativo, debido a que se busca determinar el rendimiento de la extracción del aceite esencial, asimismo caracterizar la materia prima (determinando su porcentaje de humedad y cenizas) y el producto (determinando la densidad e índice de refracción). Para finalizar decimos que el tipo de diseño de nuestra investigación es experimental, porque se lleva a cabo la experimentación, manipulando las variables de nuestro trabajo de investigación.

3.1.1. Lugar de Ejecución

La parte experimental fue llevada a cabo en los laboratorios de la E.P. de Ingeniería Química de la UNJFSC ubicada en Huacho.

Figura 20.

Ubicación Geográfica de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión



Fuente: Google Maps (2023)

3.1.2. Materiales Utilizados

3.1.2.1. Materia Prima.

Culén (*Psoralea glandulosa*)

3.1.2.2. Materiales y Equipos.

➤ **Materiales.**

- Balones esmerilados de 500 ml
- Papel filtro
- Probeta
- Termómetro
- Soporte Universal
- Bagueta
- Pisceta
- Cápsulas de porcelana
- Vasos precipitados
- Matraz Erlenmeyer
- Pinzas
- Mangueras
- Picnómetro

➤ **Equipos.**

- Equipo Soxhlet
- Balanza analítica
- Pulverizadora de anillo
- Tubo condensador
- Refractómetro

- Estufa
- Cocina eléctrica de mesa de 1 hornillo

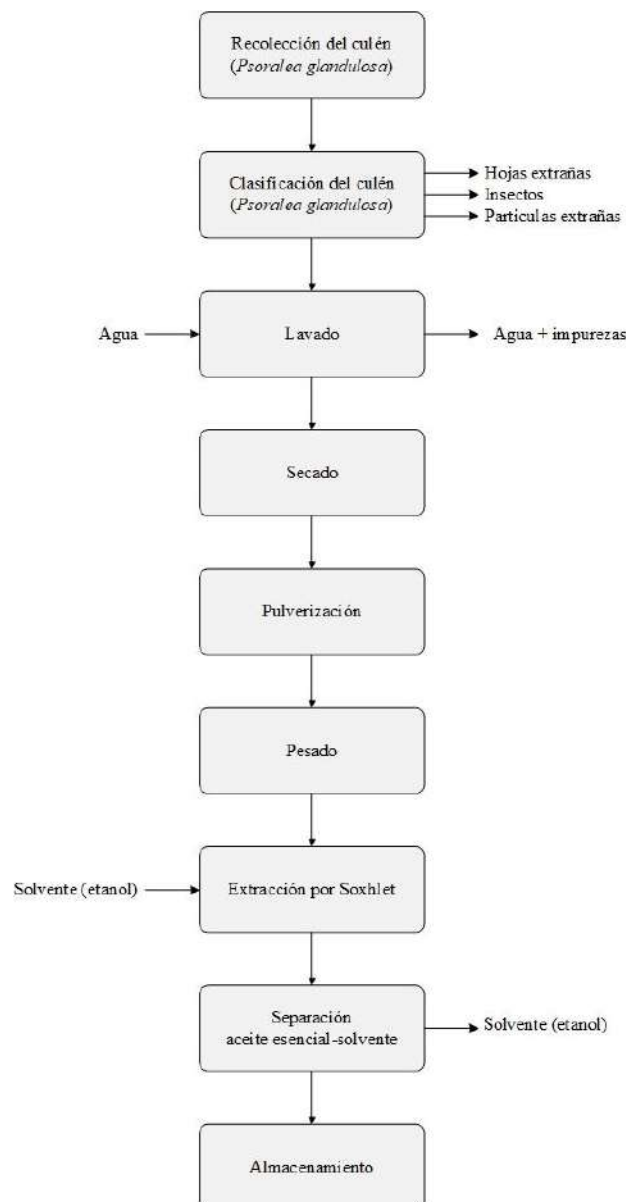
3.1.2.3. Reactivos.

- Agua Destilada
- Alcohol etílico 96%

3.1.3. Procedimiento Experimental

El procedimiento experimental se plasma en la Figura 21.

Figura 21.
Diagrama de Flujo del Procedimiento Experimental



- **Recolección del culén (*Psoralea glandulosa*)**

La recolección del culén (*Psoralea glandulosa*) fue en la región de Huánuco, provincia de Huacaybamba, distrito de Canchabamba a 3000 msnm.

- **Clasificación.**

Se eliminaron las hojas que no corresponden al culén, algunas partículas extrañas y/o insectos presentes.

- **Lavado.**

Se realizó con la finalidad de eliminar la tierra y/o polvo presente, para ello se utilizó agua potable

- **Secado.**

Se realizó a temperatura ambiente, hasta que se observará que estaban secas las hojas de culén.

- **Pulverización.**

Se pulverizo las hojas secas de culén, haciendo uso de una pulverizadora de anillo.

- **Pesado.**

Se preparó cartuchos con muestras de 10g, 15g y 20g y se colocó en el equipo Soxhlet.

- **Extracción por Soxhlet.**

Se realizó 3 tratamientos a relaciones masa-solvente de 10g de culén-200ml de etanol, 15g de culén-200ml de etanol, 20g de culén-200ml de etanol, a su vez se realizó 3 repeticiones de cada tratamiento, teniendo al final un total de 9 muestras de aceite. Cada extracción se realizó en un tiempo de 7 horas en el equipo de Soxhlet.

- **Separación aceite esencial-solvente**

Una vez realizado la extracción por Soxhlet, se obtiene una mezcla de aceite esencial de culén y solvente, que en nuestro caso es el etanol, para poder separarlo emplearemos la destilación al vacío, que consiste en evaporar todo el alcohol presente hasta quedarnos solamente con el aceite esencial, pero este alcohol también lo recuperamos, ya que pasará por un condensador.

- **Almacenamiento.**

Se coloca en un recipiente limpio y lo almacenamos a temperatura ambiente, para posteriormente realizar su respectiva caracterización.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

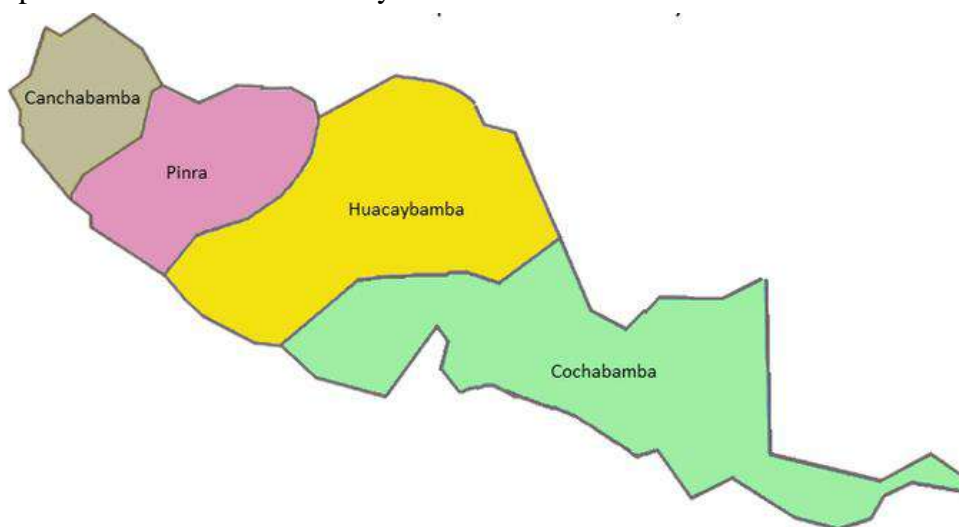
Consta de la planta de culén (*Psoralea glandulosa*) la cual es obtuvo de la región de Huánuco, provincia de Huacaybamba, distrito de Canchabamba a 3000 msnm. En la Figura 22 y Figura 23 se observa el mapa de la región de Huánuco y de la provincia de Huacaybamba, respectivamente.

Figura 22.

Mapa de la Región de Huánuco



Figura 23.
Mapa de la Provincia de Huacaybama



3.2.2. Muestra

La muestra empleada fue de 3 Kg de culén (*Psoralea glandulosa*).

3.3. Técnicas de Recolección de Datos

3.3.1. Para la Selección del Método de Extracción

Para la elección del método de extracción de aceite esencial a emplear se realizó una revisión literaria de los diferentes métodos de extracción, para de esta manera realizar una comparativa de sus ventajas y desventajas de cada uno de ellos y de esta manera elegir el más adecuado.

3.3.2. Materia Prima

3.3.2.1. Humedad.

El porcentaje de humedad se determinó siguiendo la metodología indicada por AOAC (1995), que nos menciona los siguientes pasos a seguir:

- En un crisol previamente tarado, pesamos 10 g de culén (*Psoralea glandulosa*).

- Se colocó el crisol conteniendo el culén en la estufa a una T aproximada de 105 °C hasta una masa invariable.
- Luego enfriamos la muestra hasta temperatura ambiente haciendo uso de un desecador por un periodo de 30 a 45 minutos.
- Finalmente para calcular el porcentaje de humedad empleamos la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100$$

Donde:

m_i = masa inicial del culén (g)

m_f = masa final del culén (g)

3.3.2.2. Cenizas.

Para calcular el porcentaje de cenizas se siguió el método de la AOAC (1995), que consiste en lo siguiente:

- Pesamos 20 g de culén y es introducido a la estufa a una T de 105 °C hasta tener una masa constante, luego se deja enfriar en un desecador.
- Taramos un crisol y pesamos 5g de culén.
- La muestra en el recipiente lo colocamos en una mufla u horno a 550 °C aproximadamente por 4 horas.
- Luego de ello, enfriamos el crisol en un desecador y posteriormente procedemos a pesar.
- Finalmente determinamos el porcentaje de cenizas empleando la fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{mA - mB}{mC} \times 100$$

Donde:

mA = masa del crisol

mB = masa del crisol con cenizas

mC = masa de la muestra seca

3.3.3. Para el Aceite Esencial de Culén

3.3.3.1. Densidad.

Calculamos la densidad del aceite de culén según la NTP 319.081 (1987).

3.3.3.2. Índice de Refracción (IR).

Calculamos el IR del aceite de culén según lo establecido en la NTP 319.084 (1974).

3.4. Técnicas para el Procesamiento de la Información

- Microsoft Excel : En este programa realizaremos los cálculos requeridos y los gráficos o diagramas que sean requeridos

CAPÍTULO IV : RESULTADOS

4.1. Elección del Método de Extracción

Para elegir el método adecuado mediante la Tabla 2 se realizó una comparativa de ventajas y desventajas de los métodos convencionales de extracción.

Tabla 2.
Ventajas y Desventajas de los Métodos Convencionales de Extracción

Métodos Convencionales de Extracción	Ventajas	Desventajas
Prensado	Buen respaldo por el tiempo	El aceite presenta impurezas.
Enflorado	Gran calidad de AE obtenido	Método laborioso, antiguo y gasto en mano de obra
Hidrodestilación	Bajo costo y presenta un montaje de equipos sencillo	Los tiempos de extracción son largos, elevado consumo energético y los componentes volátiles se degradan.
Soxhlet	Se emplea bajas temperaturas, solvente no contaminante, facilidad de separación del solvente y AE, bajo costo económico, no es necesario una filtración posterior a la extracción, permite una alta capacidad de carga	Extractos más oscuros, empleo de gran cantidad de solvente, necesita una etapa posterior de destilación o evaporación y es un proceso lento.
Extracción por arrastre con vapor	AE extraído limpio, de buena calidad, libre de solvente, con alta pureza, bajo empleo de energía.	Se emplean altas temperaturas, no se puede extraer aceites sensibles al calor, solo es efectivo en muestra fresca

El método elegido para llevar a cabo la extracción de aceite esencial de culén fue el Soxhlet, debido a que es un método que presenta un alto rendimiento de extracción y permite la recuperación casi total del aceite; para evitar los residuos químicos que puede dejar su uso el solvente a emplear será el etanol (o alcohol etílico) de fácil recuperación y amigable con el ambiente, además de su bajo costo.

4.2. Resultados de la Caracterización de la Materia Prima

4.2.1. Porcentaje de Humedad del Culén

En la Tabla 3 se presenta los resultados de %humedad del culén.

Tabla 3.
Resultados de Porcentaje de Humedad.

mi (g)	mf (g)	%Humedad
10	2.509	74.910%

4.2.2. Porcentaje de Cenizas del Culén

En la Tabla 4 se presenta los resultados de %cenizas del culén.

Tabla 4.
Resultados de Porcentaje de Cenizas.

A (g)	B (g)	C (g)	%Cenizas
18.509	16.046	5	49%

4.3. Resultados de las Características Físicas del Aceite Esencial

4.3.1. Densidad del Aceite Esencial de Culén

En la Tabla 5 se presenta los resultados promedio de la densidad (ρ) con su respectiva desviación estándar del aceite esencial de culén de los tres tratamientos (T1, T2 y T3).

Tabla 5.
Resultados de la Densidad (g/ml).

TRATAMIENTO	ρ
T1	1.029 \pm 0.042
T2	1.033 \pm 0.004
T3	1.035 \pm 0.054
PROMEDIO	1.032 \pm 0.026

4.3.2. IR del Aceite Esencial de Culén

En la Tabla 6 se muestra los resultados promedio del índice de refracción (IR) y su desviación estándar del aceite esencial de culén de los tres tratamientos (T1, T2 y T3).

Tabla 6.
Resultados del Índice de Refracción

TRATAMIENTO	IR
T1	1.490 \pm 0.001
T2	1.491 \pm 0.001
T3	1.492 \pm 0.001
PROMEDIO	1.491 \pm 0.0002

4.4. Relación Masa:Solvente

En la Tabla 7 se muestra las relaciones de masa:solvente empleadas, así como el promedio de volumen de aceite esencial de culén extraído (V aceite) de los tres tratamientos (T1, T2 y T3).

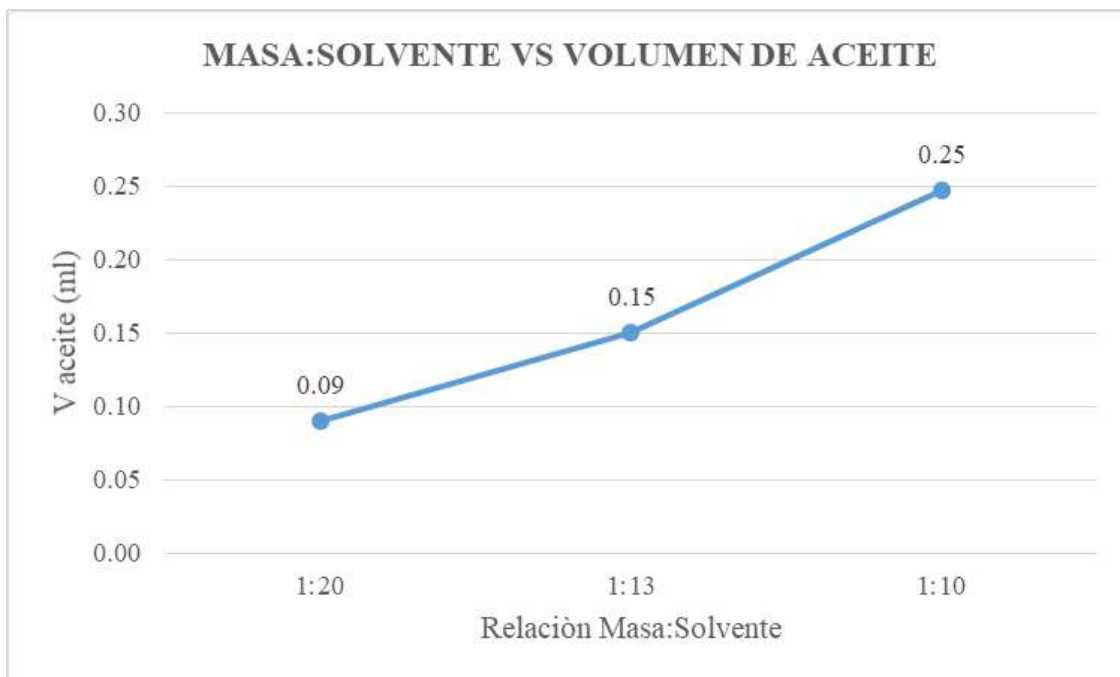
Tabla 7.
Resultados de Relación Masa:Solvente

TRATAMIENTO	MASA : SOLVENTE	V aceite (ml)
T1	1:20	0.09
T2	1:13	0.15
T3	1:10	0.25

En la Figura 24, se muestra un gráfico de líneas de la relación masa:solvente contra el volumen de aceite de esencial de culén extraído, para de esta manera tener un mejor análisis de la relación más óptima, si se empleó un volumen de solvente constante de 200 ml.

Figura 24.

Grafica Masa Solvente vs Volumen de Aceite Extraído



4.5. Rendimiento de Extracción

En la Tabla 8 se muestra los resultados promedio del rendimiento de extracción (R) con su respectiva desviación estándar del aceite esencial de culén de los tres tratamientos (T1, T2 y T3).

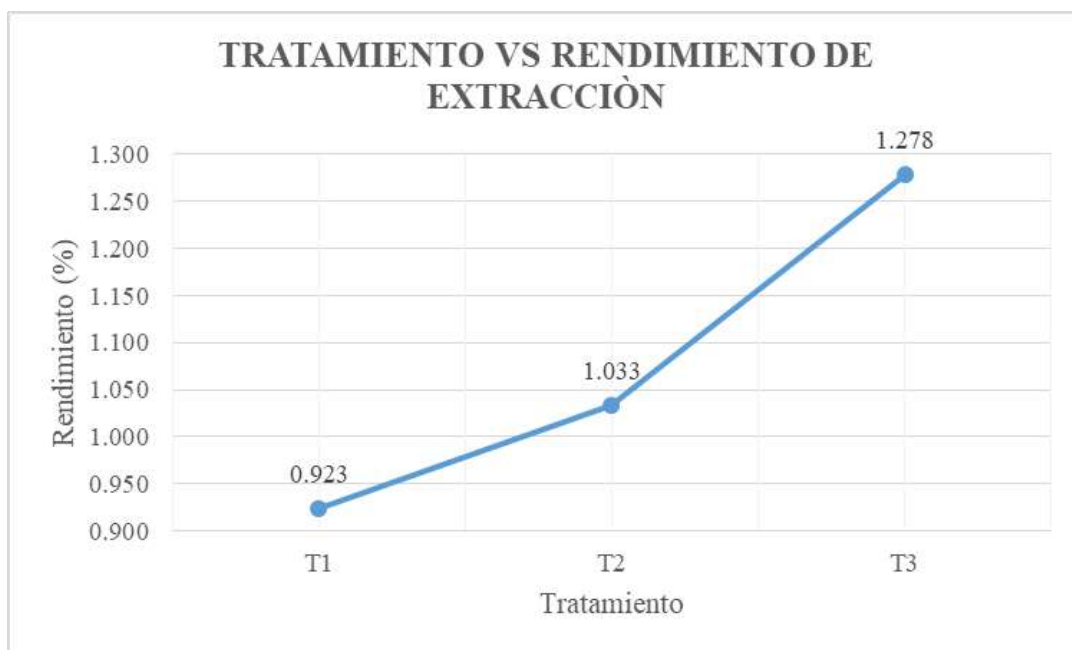
Tabla 8.

Rendimiento de la Extracción del Aceite Esencial de Culén (%).

TRATAMIENTO	R
T1	0.0923 ± 0.074
T2	1.033 ± 0.073
T3	1.278 ± 0.127

En la Figura 25, se muestra un gráfico de líneas de tratamiento vs rendimiento de extracción de aceite esencial de culén, para de esta manera tener un mejor análisis del tratamiento que presenta un mayor rendimiento.

Figura 25.
Tratamiento vs Rendimiento de Extracción



CAPÍTULO V : DISCUSIÓN

El método elegido es de extracción por Soxhlet, debido a que según el análisis comparativo realizado en la Tabla 2 con los distintos métodos, presenta mayores ventajas, así mismo se puede emplear a nivel de laboratorio, variar los parámetros de operación y presenta óptimos rendimientos, tal como lo realiza Condori y Mateo (2018)

La densidad analizada corresponde al aceite obtenido en el tratamiento 3 y fue de 1.064 g/ml

Realizando la comparación con la densidad del aceite hinojo obtenido por Aguilar (2019) que fue de 0.95 g/ml, esta variación se relaciona con la cantidad de aceite obtenido en cada uno de los casos y a la vez con la metodología. Realizando otra comparativa con la densidad del aceite de culén obtenido por Becerra et al. (2010) el cual es de 1.042 g/ml, es cercano al valor obtenido, habiendo una variación mínima, que puede estar relacionada con errores humanos o de cálculo.

El índice de refracción analizada corresponde al aceite obtenido en el tratamiento 3 y fue de 1.492.

Realizando la comparación con el IR del aceite hinojo obtenido por Aguilar (2019) que fue de 1.51, esta leve variación está enteramente relacionado con la pureza del aceite.

El mejor rendimiento obtenido fue de 1.278%, correspondiente al tratamiento 3 (T3). Si lo comparamos con el rendimiento de aceite de hinojo dado por Aguilar (2019) el cual es de 5.27%. Asimismo al compararlo con el rendimiento de aceite de culen obtenido por Becerra et al (2010) el cual es de 1.42%, que es similar al valor obtenido en nuestra investigación. Podemos relacionar ese cambio según Blanco y Agudelo (2007), donde hace énfasis en que la diferencia de rendimiento se puede deber al origen, composición, especie,

organo de la planta, así como el método de extracción empleado. Asimismo al compararlo con el rendimiento de aceite de culen obtenido por Becerra et al (2010) el cual es de 1.42%, que es similar al valor obtenido en nuestra investigación,

CAPÍTULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se concluyó que el método convencional de extracción de aceite esencial más apropiado es el método de Soxhlet esto debido a las diversas ventajas que presenta, entre ellas tenemos que representa un bajo costo económico, además no trae consecuencias al medio ambiente ni a las personas ya que se emplea un solvente no toxico como es el etanol.
- Se concluyó que las densidades del aceite obtenido en el tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3 fueron de 1.029, 1.033 y 1.035 g/ml, respectivamente, teniendo como una densidad promedio de 1.032 g/ml. Asimismo, el índice de refracción fueron de 1.490, 1.491 y 1.492 para el tratamiento1, tratamiento 2 y tratamiento 3, respectivamente.
- La relación masa-solvente más adecuada fue la relación de 1:10 ya que con esta relación fue donde obtuvimos una mayor cantidad de aceite esencial de cual, teniendo como un volumen constante de solvente de 200 ml en todas las relaciones.
- El rendimiento obtenido para el tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3 fueron de 0.923%, 1.033% y 1.278%, respectivamente.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda para los próximos estudios emplear otro tipo de solvente en la extracción por Soxhlet debido a que empleando etanol se obtuvo muy poca cantidad de aceite esencial.
- Se recomienda para las próximas investigaciones en las que se plantee obtener aceite esencial de culén se pueda emplear otro método de extracción debido al bajo rendimiento de extracción obtenido.

- Se recomienda realizar los ensayos con equipos más sofisticados para realizar la caracterización del aceite esencial de culén, y así tener con mayor exactitud las características fisicoquímicas del aceite.

REFERENCIAS

- Aguilar, J. (2019). *Extracciòn y caracterizaciòn físicas y químic del aceite esencial de hinojo (Foeniculum vulgare Miller) por los métodos de arrastre de vapor y Soxhlet*. Tesis, Universidad Nacional José María Arguedas, Facultad de Ingeniería, Apurímac.
- Alejandro Martínez, M. (2003). *Aceites Esenciales*. Universidad de Antioquia, Facultad Química Farmacéutica, Medellín.
- Angarita Ruiz, M. (2019). *Obtención de aceite esencial de semilla de durazno por método Soxhlet y arrastre de vapor*. Facultad de Ingenierías, Bogotá.
- Casado Villaverde, I. (2018). *Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor*. Trabajo de Fin de Grado, Universidad Politécnica de Madrid, Ingeniería en Tecnologías Industriales, Madrid.
- Condori Callata, V., & Mateo Lovo, E. (2018). *Condiciones favorables para la extracción de aceite de linaza (Linum Usitatissimum) en un equipo Soxhlet modificado*. Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Química, Callao.
- Extracción de Aceite: Prensado*. (2014). Obtenido de El Pequeño Agroindustrial: <http://elpequeñoagroindustrial.blogspot.com/2014/07/extraccion-de-aceite-prensado.html>
- Gabriel Gaspar, M. (2019). *Optimización del proceso de extracción de aceite de teberinto (Moringa oleifera) mediante método Soxhlet*. Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Química, Callao.
- Gallego, A., & Rios, J. (2020). *Extracción de Limoneno de Citrus x sinensis por método Soxhlet y arrastre de vapor*. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, Cali.
- Inka Plus. (s.f.). *Culèn*.
- Leòn, U. A. (2019). *Planta* (Vol. 15).
- Martínez, M. (2021). *Elaboración de infusión filtrante por el método de deshidratación artificial a base de hojas de "culen" Psoralea glandulosa L. y "menta" Mentha spicata L. edulcorado con steviósido*. Universidad Católica Sedes Sapientiae, Facultad de Ingeniería Agraria, Morropón.
- Medicamentos Herbarios Tradicionales. (2009). *Medicamentos Herbarios Tradicionales*.
- Métodos de Extracción*. (s.f.). Obtenido de Virevolte: <https://parfumsvirevolte.com/es/artede-la-perfumer%C3%ADa/modos-de-extracci%C3%B3n/>
- NaturalistaCO*. (s.f.). Obtenido de <https://colombia.inaturalist.org/taxa/860899-Otholobium-glandulosum>
- Normalización, O. I. (s.f.). *Materias primas aromáticas naturales*.
- Ortuño Sánchez, M. (2006). *Manual Práctico de Aceites Esenciales, Aromas y Perfumes*.

Rodríguez Álvarez, M., Alcaraz Meléndez, L., & Real Cosío, S. (2012). *Procedimientos para la Extracción de Aceites Esenciales en Plantas Aromáticas*. Instituto Politécnico Nacional .

Torrez Mamani, J. (2012). *CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DE LOS ACEITES ESENCIALES, OBTENIDOS A NIVEL LABORATORIO Y PILOTO PARA EL CONTROL DE AFIDOS*. La Paz.

ANEXOS

Anexo 1. Densidad

La densidad del aceite es la relación entre su peso y su volumen, y en este caso está afectada por la temperatura.

Esta relación entre la cantidad del aceite a 20°C y la del agua destilada a 20 °C, la densidad es la relación entre peso de un volumen dado de aceite esencial y su volumen a 20 °C en g/ml, la densidad se calcula por la siguiente Ecuación 4:

$$D = \frac{P2-P}{P1-P}$$

Dónde:

D: Densidad

P1: Peso en g. del picnómetro conteniendo agua destilada a 20°C

P2: Peso en g. del picnómetro conteniendo aceite esencial a 20°C

P: Peso en g. del picnómetro vacío a 20°C

Anexo 2. Índice de Refracción

El índice de refracción de una sustancia es la relación entre la velocidad de la luz en el aire y la velocidad en la sustancia en ensayo. Para la luz determinada longitud de onda (generalmente se emplea la línea D del sodio, que tiene un doblete a 589,0 nm y 589,6 nm) el índice de refracción de un producto viene dado por el seno del ángulo de incidencia dividido por el seno del ángulo de refracción, siendo el refractómetro de ABBE el instrumento más adecuado para la lectura del índice de refracción a una temperatura de 20 °C.

Anexo 3. Lugar de Localización del Culén



Anexo 4. Recolección de las Hojas de Culén



Anexo 5. Pesado de la Muestra Pulverizada



Anexo 6. Montaje del Equipo de Extracción Soxhlet



Anexo 7. Obtención del Aceite Esencial de Culén



Anexo 8. Rendimiento de la Extracción**TABLA DE RESULTADOS DE RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN**

TRATAMIE NTO	REPETICI ÓN	TIEMPO DE EXTRACCI ÓN	SOLVEN TE	PESO DE MATERIA PRIMA (g)	CANTIDAD DE SOLVENTE (ml)	PESO DE ACEITE ESENCIAL (g)	RENDIMIENTO (%)
T1	1A	7 horas	Etanol	10	200	0.098	0.980
	1B	7 horas	Etanol	10	200	0.084	0.840
	1C	7 horas	Etanol	10	200	0.095	0.950
T2	2A	7 horas	Etanol	15	200	0.144	0.960
	2B	7 horas	Etanol	15	200	0.155	1.033
	2C	7 horas	Etanol	15	200	0.166	1.107
T3	3A	7 horas	Etanol	20	200	0.239	1.195
	3B	7 horas	Etanol	20	200	0.285	1.425
	3C	7 horas	Etanol	20	200	0.243	1.215

Anexo 9. Determinación de la Densidad

TABLA DE RESULTADOS DE DENSIDAD				
TRATAMIENTO	REPETICIÓN	PESO DE ACEITE ESENCIAL (g)	VOLUMEN DE ACEITE ESENCIAL (ml)	DENSIDAD (g/ml)
T1	1A	0.098	0.10	0.980
	1B	0.084	0.08	1.050
	1C	0.095	0.09	1.056
T2	2A	0.144	0.14	1.029
	2B	0.155	0.15	1.033
	2C	0.166	0.16	1.038
T3	3A	0.239	0.24	0.996
	3B	0.285	0.26	1.096
	3C	0.243	0.24	1.013

Anexo 10. Determinación del IR

TABLA DE RESULTADOS DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN		
TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ÍNDICE DE REFRACCIÓN
T1	1A	1.490
	1B	1.491
	1C	1.490
T2	2A	1.490
	2B	1.491
	2C	1.492
T3	3A	1.493
	3B	1.492
	3C	1.491