UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Proyecto de Investigación

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TÍTULO:

"MÉTODOS EXTRACTIVOS PARA EL APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ACEITES ESENCIALES DE PLANTAS DE ORIGEN AMAZÓNICO"

AUTOR:

Miguel Ángel Guerrón Ruiz

DIRECTOR DE PROYECTO

Dr. Luis Ramón Bravo Sánchez, PhD

Puyo – Ecuador

Enero 2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Quien suscribe **Miguel Ángel Guerrón Ruiz** con C.I **1600472805** hace constar que es autor del Proyecto de investigación titulado: **"METODOS EXTRACTIVOS PARA EL APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ACEITES ESENCIALES DE PLANTAS DE ORIGEN AMAZÓNICO**", el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo**, Dr. Luis Ramón Bravo Sánchez**. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 16 días del mes de febrero del 2021



…….

Miguel Ángel Guerrón Ruiz

C.I: 1600472805

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación aprueba el proyecto de investigación titulado: **"METODOS EXTRACTIVOS PARA EL APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ACEITES ESENCIALES DE PLANTAS DE ORIGEN AMAZÓNICO"**



Msc. Víctor Rodrigo Cerda Mejía

Presidente del Tribunal



Msc. Miryam Janeth Cárdenas Bonifa

Miembro del tribunal



Dr. Manuel Lázaro Pérez Quintana

Miembro del tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI PLAGIO

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 66-SAU-UEA-2021

Puyo, 19 de febrero de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente al estudiante: GUERRÓN RUIZ MIGUEL ÁNGEL con C.I. 1600472805, con el Tema: **"MÉTODOS EXTRACTIVOS PARA EL APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ACEITES ESENCIALES DE PLANTAS DE ORIGEN AMAZÓNICO.",** de la carrera, Ingeniería Agroindustrial. Director de la investigación Dr.C.Luis Bravo, Phd., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 2%, Informe generado con fecha 19 de febrero de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ITALO
MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

DERECHOS DE AUTOR

©2020, Miguel Ángel Guerrón Ruiz.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor.

DEDICATORIA

Dedico este Proyecto de investigación a mis padres Ángel Guerron y Vilma Ruiz que han sido un pilar fundamental y sobre todo para mi el ejemplo mas grande de valentía, amor, sabiduría e inteligencia y que día a día guían cada paso que doy, esta meta lograda no es solo mía es de los 3 porque jamás hicieron que me rinda en cada tropiezo que me daba la vida y como familia demostramos en salir adelante.

Este trabajo lo dedico total mente a mi familia, del cual e recibido todo el apoyo para poder culminar mi carrera exitosamente, como es de mis 4 hermanos que de una u otra manera supieron apoyarme en mi etapa universitaria.

De la misma manera es dedicado a mis amigos que estuvieron involucrados en el proyecto, por estar presente en esta etapa tan importante de mi vida y dándome sus apoyos incondicionales.

MIGUEL GUERRÓN.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Luis Bravo tutor del trabajo de investigación, quien con su conocimiento, colaboración y enseñanza ha brindado el apoyo necesario y empuje para la realización de este proyecto.

También quiero agradecer a la Universidad Estatal Amazónica por haberme dado la oportunidad de formarme profesional mente, en especial a la facultad de ciencias de la tierra y a cada uno de los docentes que supieron guiarnos con su sabiduría y consejos, que ala vez se fueron convirtiendo día a día en grandes amistades y como no a mis compañeros de aula que batallamos para llegar a una meta y ser una familia de profesionales que formo la UEA.

MIGUEL GUERRÓN.

RESUMEN

Los aceites esenciales son mezclas de componentes volátiles provenientes del metabolismo secundario de las plantas, que se encuentran muy difundidos en el reino vegetal. En este proyecto se realizó un estudio bibliográfico sobre las plantas autóctonas de la Amazonía ecuatoriana que contenían mayor cantidad de aceites esenciales extraíbles, y estas fueron: *Mansoa alliacea, Maytenus laevis, Uncaria tomentosa, Brunfelsia grandiflora, Piper peltatum, Urera caracasana* y *Grias neuberthii*. Las técnicas más utilizadas para la extracción de aceites esenciales a partir de plantas son: extracción por arrastre con vapor de agua, extracción por maceración o decocción con disolventes orgánicos, extracción mediante Soxhlet, extracción con fluido supercrítico y extracción asistida por microondas. Finalmente, luego de realizar un análisis comparativo de los métodos de extracción de aceites esenciales estudiados, resultó que el de arrastre de vapor de agua es más eficiente por la cantidad minoritaria de hidrólisis de componentes de los aceites, porque rinde una mayor cantidad de aceite y porque solo lleva la separación física de la fase acuosa de la oleosa, lo que permite obtener un aceite libre de impurezas como disolventes orgánicos (como sería el caso de la decocción y la maceración), y de una manera más económica que utilizando métodos no convencionales como extracción con fluido supercrítico y extracción asistida por microondas.

Palabras clave: aceites esenciales, métodos de extracción, plantas amazónicas

ABSTRACT

Essential oils are mixtures of volatile compounds from the secondary metabolism of plants, which are widespread in the plant kingdom. In this project, a bibliographic study was carried out on the native plants of the Ecuadorian Amazon that contained the greatest amount of extractable essential oils, and these were: *Mansoa alliacea, Maytenus laevis, Uncaria tomentosa, Brunfelsia grandiflora, Piper peltatum, Urera caracasana and Grias neuberthii*. The most used techniques for the extraction of essential oils from plants are: extraction by steam distillation, extraction by maceration or decoction with organic solvents, extraction by Soxhlet, extraction with supercritical fluid and microwave-assisted extraction. Finally, after carrying out a comparative analysis of the studied essential oil extraction methods, it turned out that the water vapor distillation is more efficient due to the minor amount of hydrolysis of oil components, because it yields a greater amount of oil and because it only involves the physical separation of the aqueous phase from the oily phase, which allows to obtain an oil free of impurities such as organic solvents (as in decoction and maceration), and in a more economical way than using non-conventional methods as supercritical fluid extraction and microwave assisted extraction.

Keywords: essential oils, extraction methods, Amazonian plants

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1
1.1 Planteamiento del problema 1
1.2 Objetivos 1
1.2.1 Objetivo general: 1
1.2.2 Objetivos específicos 1
1.3 Justificación 1
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 3
2.1 Antecedentes en el Ecuador de producción de aceites esenciales 3
2.2 Definición de aceites esenciales 3
2.2.1 Origen 3
2.2.2 Historia 4
2.3 Tipos de aceites esenciales 5
2.3.1 Estructura química de los aceites esenciales 6
2.3.2 Características y propiedades de los aceites esenciales 6
2.3.3 Clasificación 7
2.4 Obtención de aceites esenciales 8
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 9
3.1 Tipo o Diseño de Investigación: 9
3.2 Métodos de Investigación: 9
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS 10
4.1 Extracción de aceites esenciales a partir de plantas de la Amazonía ecuatoriana. 10
4.1.1 Muestra vegetal 10
4.2 Ventajas y desventajas del empleo de las técnicas de extracción de aceites esenciales utilizadas 14

4.2.1 Métodos convencionales 14
Destilación por arrastre con vapor.....14
Extracción con disolventes orgánicos.....14
4.2.2 Métodos no convencionales 14
4.3 Equipos para el proceso de extracción de aceites esenciales 15
4.4 Técnicas de extracción de aceites esenciales 17
4.4.1 Método de extracción por arrastre con vapor de agua, hidro-destilación, hidro-difusión o hidro-extracción 17
4.4.2 Extracción por fluido supercrítico 18
4.4.3 Extracción por Soxhlet.....18
4.4.4 Extracción por microondas.....19
4.5 Técnicas de extracción de aceites esenciales enfocadas al aprovechamiento de las plantas amazónicas del Ecuador.....19
4.5.1 Elaboración de un aceite esencial (diagrama de flujo).....19
4.5.2 Descripción del proceso 19
4.6 Conclusiones 21
4.7 Recomendaciones 22
REFERENCIAS.....23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1 Planta Amazónica *(Mansoa alliacea)* 10
Figura 4-2 Planta Amazónica *(Maytenus laevis)* 11
Figura 4-3 Planta Amazónica *(Uncaria tomentosa)* 11
Figura 4-4 Planta Amazónica *(Brunfelsia grandiflora)* 12
Figura 4-5 Planta Amazónica *(Piper Peltatum)* 12
Figura 4-6 Planta Amazónica *(Urera caracasana)* 13
Figura 4-7 Planta Medicinal (*Grias neuberthii)* 13
Figura 4-8 Esquema de un extractor de aceites esenciales 15
Figura 4-9 Condensador de serpentín y cámara de expansión. 16
Figura 4-10 Separadores de aceites esenciales 16
Figura 4-11 Diagrama de elaboración de aceite esencial. 20

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

¿Cuáles son las técnicas o métodos de extracción de aceites esenciales a partir de plantas amazónicas que permitirían su aprovechamiento agroindustrial?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general:

- Analizar los diferentes métodos de extracción de aceites esenciales para su mejor aprovechamiento en la Amazonia ecuatoriana.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Compilar la información científica actualizada relativa a la extracción de aceites esenciales a partir de plantas de la Amazonía ecuatoriana.
- Valorar las técnicas de extracción de aceites esenciales utilizadas considerando las ventajas y desventajas de su empleo.
- Identificar las técnicas de extracción de aceites esenciales enfocadas al aprovechamiento de las plantas amazónicas del Ecuador.

1.3 Justificación

Los aceites esenciales se definen como mezclas de componentes volátiles, productos del metabolismo secundario de las plantas, que se encuentran muy difundidos en el reino vegetal. Las principales plantas que contienen aceites esenciales, se encuentran en familias como: compuestas, lauráceas, mirtáceas, rosáceas, rutáceas, umbelíferas, pináceas. Los aceites esenciales son de aspecto oleoso, altamente volátiles, solubles en alcohol, éter de petróleo, tetracloruro de carbono y demás disolventes orgánicos de baja a mediana polaridad; son poco solubles en agua (Mejía, & Rengifo, 1995).

Según la variedad del material vegetal, la parte de la planta a emplear y la estabilidad del aceite esencial que se pretenda obtener, se emplean diversos procedimientos de extracción, y su correcta aplicación será lo que determine la calidad del producto final. Entre las operaciones o procedimientos más comunes se encuentran los métodos directos de exudación o extrusión, la destilación por arrastre con vapor o la combinación de maceración – destilación, la extracción con disolventes y la extracción con fluidos supercríticos (Hidalgo & Romero 2017).

La Amazonia ecuatoriana, posee una gran diversidad de plantas ricas en aceites esenciales que pueden ser aprovechados convenientemente, dependiendo de su utilidad dada por sus propiedades medicinales, cosméticas u organolépticas y también del conjunto de métodos y técnicas disponibles. Es por ello que se plantea la siguiente investigación bibliográfica con vistas a sistematizar los posibles procesos u operaciones a emplear.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Antecedentes en el Ecuador de producción de aceites esenciales

Ecuador es un país rico en flora autóctona, gracias a su posición geográfica y diversidad climática dada por la altitud relativa. Si bien existen muchos estudios de métodos extractivos en el país, hasta el momento existen pocos reportes bibliográficos acerca de la producción a gran escala en la región amazónica (Aguirre 2003).

Las publicaciones más representativas, informan de la extracción de aceites esenciales de cáscara de naranja dulce (Rueda, 2007), hierba Luisa (Cabrera & Cañas, 2007), canela amazónica (Scalvenzi, 2016), maracuyá (Calle, 2009), romero (Luna, 2020), así como apio, cilantro y tomillo (Crespo, 2019).

2.2 Definición de aceites esenciales

Los aceites esenciales o aceite etéreos son mezclas de varias sustancias químicas biosintetizadas por las plantas como son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma característicos a algunas flores, árboles, frutas, hierbas y semillas que como tal son importantes en la industria farmacéutica (saborizantes) como también en lo cosmético (perfumes y aromatizantes), y de alimentos (condimentos y saborizantes), Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes. Son insolubles en agua, solubles en alcohol y levemente soluble en vinagre. El aceite esencial se oxida cuando presenta una exposición al aire.

En su mayoría son de olor agradable, aunque existen algunas plantas de olor relativamente desagradable como por ejemplo los del ajo del monte (*Mansoa alliacea*) y el culantro (*Eryngium foetidum*), los cuales contienen compuestos azufrados (Martinez, 2001).

2.2.1 Origen

Las plantas biosintetizan sus aceites esenciales con el fin de protegerse de las enfermedades, ahuyentar insectos depredadores o atraer insectos benéficos que contribuyen a la polinización. Los aceites esenciales son característicos de los magnoliales, los laurales, los austrobaileyales, y los piperales, y también de algunas familias no emparentadas con estos órdenes, como: *Myrtaceae, Rutaceae, las familias de Apiales, Lamiaceae, Verbenaceae y Asteraceae*. Están presentes en distintas partes de la planta:

- En las flores (como en el caso de la lavanda, el jazmín y la rosa).

- En todo el árbol (como sucede con el eucaliptus).
- En las hojas (la citronela) o En la madera (el sándalo).
- En la raíz (el vetiver).
- En la resina que exudan (el incienso, la mirra y el benjuí).
- En la cáscara de los frutos (el limón, la naranja y la bergamota).

Dentro de los tejidos vegetativos, se pueden encuentran en células esféricas o diferentes cavidades o canales en el parénquima, y cuando dan el olor a las flores, se encuentran en las glándulas odoríferas, desde donde son liberados.

2.2.2 Historia

Los aceites esenciales de diferentes plantas han sido usados para propósitos terapéuticos desde hace 3.500 años antes de Cristo. En el lejano Oriente, empezó la historia de los aceites esenciales. Los egipcios realizaban la destilación de una forma primitiva para extraer los aceites esenciales de las plantas, el proceso se lo realizaba en una olla de arcilla en la cual se calentaba y permanecía cubierta de lino, hasta alcanzar cierta temperatura en el cual el vapor impregnaba los filtros de lino y al escurrirlos se obtenían los aceites esenciales.

Los chinos también hacían uso de las hierbas y las plantas aromáticas con fines, sobre todo medicinales, pero eso sucedió después de 500 años después de los egipcios. Los griegos con el pasar de los años tomaron la sabiduría medicinal de los egipcios y mejoraron su sistema de destilación lo cual consiguieron preservar la fragancia y la pureza de los aceites. Los romanos fueron defensores de la higiene para promover la salud de las personas y depositar su confianza en los aceites esenciales como es la aromaterapia y su poder.

Después continuaron los árabes con las enseñanzas sobre los extractos de las plantas los cuales perfeccionaron el proceso de destilación de los aceites esenciales, introduciendo el sistema de refrigeración en el proceso, esto hizo que en el proceso de extracción no tuviera mucho desperdicio y contuviera una mayor pureza.

En el siglo XX el químico Rene Maurice Gattefosse incorpora la aromaterapia a la medicina natural, como también el Dr. Jean Valnet aporta con la investigación para que la aromaterapia pueda ser valorada y reconocida como medicina capaz de curar. En los años cincuenta se comenzó a utilizar los aceites esenciales en terapias de masaje como servicio de la salud (Original, 2017).

2.3 Tipos de aceites esenciales

Los aceites esenciales se pueden obtener de diversos procesos de extracción. La elección del método depende de la parte de la planta que se utilizará para la obtención del aceite esencial. La mayoría de los aceites esenciales se obtienen por el método de destilación, a continuación, los tipos de aceites esenciales:

- **Silvestres y biológicos:** Proceden de plantas que se encuentra en la naturaleza en estado puro o cultivadas orgánicamente sin abonos químicos. Obtenidas comúnmente por destilación, como son: Tomillo, Eucalipto, Romero, Hisopo, Salvia.
- **Concretos:** La materia prima (planta o flores delicadas) de la que se va a extraer el aceite se pone en maceración, utilizando el disolvente apropiado (petróleo, benzol, hexano etc.), pues no se puede destilar con agua. La esencia queda disuelta y el disolvente se elimina por evaporación. El resultado se denomina concreto, el cual aún contiene ceras que, al carecer de valor odorífero, han de ser eliminadas.
- **Absolutos:** Se obtiene purificando el concreto, mediante un lavado con alcohol que una vez evaporado, da lugar al absoluto, un aceite altamente concentrado que es la materia prima más comercializada en perfumería.
- **Naturales**: Aceite de los cítricos, para la extracción del aceite esencial, se utiliza la técnica de compresión. Al comprimir la cáscara; se libera las cápsulas de esencia que éstos contienen, también se puede obtener por destilación con agua de la cáscara.
- **Oleorresinas:** La técnica de exudación es empleada con los árboles que poseen resinas olorosas practicando un corte en su corteza, el cual es recogido lentamente en bolsas. Estas resinas son tratadas posteriormente con alcohol a más baja temperatura.
- **Adulterados:** Se pueden adulterar con aceites esenciales naturales, como es el añadiendo Geranio o Palmarosa al aceite de Rosa. También se pueden adulterar con elementos químicos.
- **Reconstituidos:** Se obtienen alcoholes de otras esencias a través de la destilación, se separan los componentes y se unen nuevamente para imitar esencias.
- **Sintéticos:** Son esencias químicas que imitan los olores de las esencias naturales. No obstante, existe una enorme diferencia cuando uno conoce el olor auténtico.
- **Aromas Químicos Aislados:** Son las moléculas aisladas de la fragancia que se producen o se refinan sintéticamente de fuentes de la planta, como es de la vainillina compuesta es la que le da a la vainilla su olor característico y sabor (Quimica, s.f.).

2.3.1 Estructura química de los aceites esenciales

Los aceites esenciales están formados principalmente por terpenoides volátiles, formados por unidades de isopreno unidas en estructuras de 10 carbonos (monoterpenoides) y 15 carbonos (sesquiterpenos). En algunos aceites existe una gran cantidad de terpenos. Esto sucede especialmente con los aceites de limón y naranja, que contienen hasta 90% de d-limoneno en su composición normal. (Scielo, 2011)

Las sustancias que son responsables del olor suelen poseer en su estructura química grupos funcionales característicos:

- **Ésteres:** Principalmente de ácido benzoico, acético, salicílico y cinámico.
- **Alcoholes:** Linalol, Geraniol, Citronelol, Terpinol, Mentol, Borneol.
- **Aldehídos:** Citral, Citronelal, Benzaldehído, Cinamaldehído, Aldehído cumínico, Vainillina.
- **Ácidos:** Benzoico, Cinámico, Mirístico, Isovalérico todos en estado libre.
- **Fenoles:** Eugenol, Timol, Carvacrol.
- **Cetonas:** Carvona, Mentona, Pulegona, Irona, Fenchona, Tujona, Alcanfor, Metilnonil cetona, Metil heptenona.
- **Esteres:** Cineol, Éter interno (eucalipto), Anetol, Safrol.
- **Lactonas**: Cumarina.
- **Terpenos:** Canfeno, Pineno, Limoneno, Felandreno, Cedreno.
- **Hidrocarburos:** Cimeno, Estireno (feniletileno).

Cada aceite se lo integran por lo menos 100 compuestos químicos diferentes, también puede haber muchos compuestos que faltan aún por identificar.

2.3.2 Características y propiedades de los aceites esenciales

Los aceites esenciales poseen las siguientes características:

- Son intensamente aromáticos.
- No son grasos (por lo que no se enrancian).
- Son volátiles por naturaleza (se evaporan fácilmente).
- Son livianos (poco densos, generalmente).
- Son insolubles en agua.
- Son levemente solubles en vinagre.
- Son solubles en disolventes orgánicos, alcohol, grasas, ceras y aceites vegetales.

En su proceso de obtención una buena parte del aceite se alcanza a disolver en agua para proporcionar un intenso olor a la solución, Un aceite esencial generalmente es una mezcla de compuestos, aunque el aceite de gaulteria es salicilato de metilo casi puro, los índices de refracción de los aceites son altos, con un promedio de 1.5. Estos aceites muestran una gran variedad de actividad óptica y rotan en ambas direcciones.

Los aceites esenciales poseen distintas propiedades como podemos mencionar, son antisépticos, pueden ser analgésicos, fungicidas, diuréticos o expectorantes. La reunión de componentes de cada aceite esencial también actúa conjuntamente para dar al aceite una característica dominante (Orochena, 2011).

2.3.3 Clasificación

Los aceites esenciales se clasifican en florales, cítricos, resinas, tallos y hojas con base en diferentes criterios, consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios. De acuerdo con su consistencia los aceites esenciales se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas. Las Esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente.

De acuerdo a su origen los aceites esenciales se clasifican como naturales, artificiales y sintéticas.

2.3.3.1 Naturales

Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosas.

2.3.3.2 Artificiales

Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín enriquecida con linalool, o la esencia de anís enriquecida con anetol.

2.3.3.3 Sintéticos

Los aceites esenciales sintéticos son los producidos por la combinación de sus componentes los cuales son la mayoría de las veces producidos por procesos de síntesis química. Estos son más económicos y por lo tanto son mucho más utilizados como aromatizantes y saborizantes (esencias de vainilla, limón, fresa, etc.). Desde el punto de vista químico y a pesar de su composición compleja con diferentes tipos de sustancias, los aceites esenciales se pueden clasificar de acuerdo con el tipo se sustancias que son los componentes mayoritarios. Según esto los aceites esenciales ricos en monoterpenos se denominan aceites esenciales monoterpenoides (hierbabuena, albahaca, salvia). Los ricos en sesquiterpenos son los aceites

esenciales sesquiterpenoides (copaiba, pino, junípero). Los ricos en fenilpropanos son los aceites esenciales fenilpropanoides (clavo, canela, anís). Aunque esta clasificación es muy general nos resultará útil para propósitos de estudiar algunos aspectos fitoquímicos de los monoterpenos, los sesquiterpenos y los fenilpropanos (Alejandro, 2001).

2.4 Obtención de aceites esenciales

Los aceites esenciales son muy inestables como son los volátiles, frágiles y alterables con la luz, para poder obtenerlos de las fuentes naturales se debe utilizar diversos métodos como es la pureza, el tipo y el rendimiento del aceite esencial dependerán del método empleado para el aislamiento, entre los distintos métodos de extracción del aceite esencial se mencionan:

- Enfleurage.
- Compresión o expresión en frío.
- Maceración.
- Hidrodestilación.
- Extracción con el aparato de Clevenger.
- Extracción con dióxido de carbono.
- Destilación por arrastre con vapor de agua.
- También se pueden extraer aceites esenciales mediante su disolución en aceites vegetales.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo o Diseño de Investigación:

La presente investigación es descriptiva apoyada en la revisión bibliográfica, sobre la base de literatura científica oficial. Se analizaron artículos de diversas fuentes, se clasificaron según el método de extracción y se establecieron recomendaciones importantes sobre su factibilidad de aplicación en la Amazonía ecuatoriana.

3.2 Métodos de Investigación:

Se realizó una investigación sistemática con vistas a colectar la información confiable, publicada en artículos científicos de revistas indexadas en bases de datos de reconocimiento internacional como: Scopus, Scielo, Latindex catálogo, a través de Google "Scholar" o Science Direct, en libros publicados por editoriales oficiales, o tesis existentes en repositorios de las distintas universidades, acerca de los diferentes métodos de extracción de aceites esenciales a partir de material vegetal.

Se valoraron las diferentes técnicas de extracción de aceites esenciales que más se utilizan y se describieron las ventajas y desventajas de su empleo en el contexto internacional y en el contexto amazónico ecuatoriano.

Finalmente, se identificaron las técnicas de extracción de aceites esenciales que pueden permitir un adecuado aprovechamiento en la región amazónica del Ecuador.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Extracción de aceites esenciales a partir de plantas de la Amazonía ecuatoriana.

4.1.1 Muestra vegetal

El primer requisito para utilizar una planta para la extracción de aceites esenciales es un correcto diagnóstico fitosanitario, como también tomar una porción de material vegetal o un número de plantas representativo a partir del cual se puede realizar la extracción de los aceites esenciales de las plantas a utilizar. A continuación, se muestran algunos ejemplos de plantas amazónicas ricas en aceites esenciales

Ajo de monte (Mansoa alliacea):



Figura 4-1 Planta Amazónica *Mansoa alliacea*

Fuente: *(Inkanat, 2008)*

El aceite esencial del tallo presenta ciertos compuestos químicos diferentes de las hojas tales como: Ascabin, Ácido hexadecanoico y Alilpropil disulfuro.

Esta planta tiene propiedades analgésicas, antirreumáticas y se utiliza para el tratamiento de la artritis. Se utiliza como antialérgico y contra la tensión muscular. Para aplicar la planta sobre las áreas afectadas debe ser macerada (hojas, tallos y raíces).

Chuchuhuaso (*Maytenus laevis):*



Figura 4-2 Planta Amazónica *(Maytenus laevis)*

Fuente: *(Fito, 2018)*

El aceite esencial de chuchuhuaso posee propiedades antirreumáticas, antiartríticas, antitumoral (leucemia), también se considera bueno para incrementar la líbido, es muy útil para tonificar, equilibrar y para reforzar el sistema hormonal femenino, corrige las irregularidades menstruales, como también combate el dolor y el calambre.

Uña de gato *(Uncaria tomentosa):*



Figura 4-2 Planta Amazónica *(Uncaria tomentosa)*

Fuente: *(EBM, 2001)*

Contrariamente a lo que muchas personas creen, la uña de gato, en su variedad de *Uncaria tomentosa*, no solamente sirve para procesos de artrosis de rodilla o Gonartrosis, también, sus aceites esenciales reducen el dolor producto del reumatismo, la artritis y diversos problemas inflamatorios, sirve como cicatrizante de heridas y para mejorar la inmunidad.

Chiricaspi *(Brunfelsia grandiflora)*



Figura 4-3 Planta Amazónica *(Brunfelsia grandiflora)*

Fuente: *(MDPI, s.f.)*

La planta chiricaspi es un arbusto que alcanza hasta dos metros de altura, sus flores son moradas, muy vistosas y se las encuentra en los jardines. El uso medicinal de la planta es como sanadora del malestar después del parto, como dolor interno del cuerpo, dolor de la rabadilla, dolor de barriga, y dolor de cabeza.

María Panga *(Piper peltatum)*



Figura 4-4 Planta Amazónica *(Piper peltatum)*

Fuente: *(selva, 2017)*

Se usa después del parto y en la hemorragia después del parto, para aliviar el dolor de cabeza y evitar la hinchazón, también se puede sacar toda la planta madura con la raíz.

Ortiga Colorada *(Urera caracasana)*



Figura 4-5 Planta Amazónica *(Urera caracasana)*

Fuente: *(Bedon, s.f.)*

Esta planta rica en aceites esenciales también se usa tradicionalmente para aliviar el dolor y los calambres después del parto. Es un arbusto pequeño que alcanza alrededor de un metro de altura y posee unos pelos urticantes en las hojas y a veces unas espinas urticantes en el tallo, el envés de las hojas es de color rojo, su fruto es pequeño, redondo, anaranjado o blanquinoso, sus flores son pequeñas, se encuentran en grupos y tiene colores fuertes.

Pitón *(Grias neuberthii)*



Figura 4-6 Planta Medicinal (*Grias neuberthii)*

Fuente: *(Plantas, 2015)*

Se recomienda también para problemas relacionados con el postparto, “purificar el parto”. Es un árbol de hasta 15 metros de altura que produce uno frutos comestibles que nacen directamente del tallo, sus hojas son bien alargadas.

4.2 Ventajas y desventajas del empleo de las técnicas de extracción de aceites esenciales utilizadas.

4.2.1 Métodos convencionales

Entre los métodos convencionales están los llamados métodos directos, como puede ser la exudación, que no es más que un método por expresión en frío, también conocido como técnica de prensado, usada básicamente para obtener los aceites esenciales a partir de cortezas de frutas cítricas, como: naranja, mandarina, pomelo, limón, etc. En la actualidad se usan máquinas especializadas que ejercen presión sobre estos frutos y de esta manera permiten separar los aceites (Contreras *et al*., 2012). A continuación. se describen otros métodos convencionales.

Destilación por arrastre con vapor

Otro método, dentro de los convencionales es la destilación por arrastre con vapor, la cual consiste en la vaporización selectiva del componente volátil que se encuentra en una mezcla. Se logra a través de la inyección de vapor de agua directamente en la mezcla, denominándose, vapor de arrastre. En realidad, el componente volátil se condensa en el matraz formando otra fase inmiscible que cederá su calor latente a la mezcla a destilar para lograr su evaporación. La condición más importante en este tipo de destilación es que el componente volátil sea inmiscible con el agua ya que el producto destilado formará dos capas al condensarse (orgánica y acuosa), lo cual permitirá la separación del producto y del agua fácilmente (Armijo *et al*., 2012).

Extracción con disolventes orgánicos

En la extracción con disolventes orgánicos volátiles, la muestra seca y molida se pone en contacto con disolventes tales como alcohol, cloroformo, etc. Estos disolventes solubilizan la esencia, pero también solubilizan y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniéndose al final una esencia impura. Se utiliza a escala de laboratorio pues a nivel industrial resulta costoso por el valor comercial de los disolventes y porque se obtienen esencias con sustancias extrañas consideradas impurezas, además del riesgo de explosión e incendio (Reyes *et al*., 2012).

4.2.2 Métodos no convencionales

Dentro de estos métodos, el más popular y extendido en la actualidad es la extracción con fluidos supercríticos. Un fluido supercrítico es cualquier sustancia a una temperatura y presión por encima de su punto crítico termodinámico. Tiene la propiedad de difundirse a través de los sólidos como un gas, y de disolver los materiales como un líquido. Adicionalmente, puede

cambiar rápidamente la densidad con pequeños cambios en la temperatura o presión. Estas propiedades lo hacen conveniente como un sustituto de los disolventes orgánicos en los procesos de extracción. El CO_2 es el fluido supercrítico más utilizado debido a que es no tóxico, no inflamable, no corrosivo, incoloro, no es costoso, se elimina fácilmente, no deja residuos, sus condiciones supercríticas son relativamente fáciles de alcanzar y se consigue con diferentes grados de pureza; se puede trabajar a baja temperatura y, por tanto, se pueden separar compuestos termolábiles (Velasco, Villada & Carrera, 2007).

Algunos de los aceites esenciales para los que se describe el uso de extracción con fluidos supercríticos son los provenientes de las plantas: Anís (*Pimpinella anisum* L.), Bulbo de Clavo (*Eugenia caryophillus*), Eucalipto (*Eucalyptus tereticornis*), Manzanilla (*Chamomilla recutita* L.), Pimienta (*Lippia sidoides* C.), Pimienta Negra (*Piper nigrum* L.), Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y Tomillo (*Thymus vulgaris* L.) (Velasco, Villada & Carrera, 2007).

4.3 Equipos para el proceso de extracción de aceites esenciales

Extractor

El equipo de extracción por arrastre con vapor es el extractor también conocido como alambique o equipo "Clevenger" como se puede ver en la figura 4-8 encargado de contener la materia vegetal y obtener la máxima pureza en el proceso de destilación para realizar la extracción adecuada.



Figura 4-7 Esquema de un extractor de aceites esenciales.
Fuente: (MI.Figmay, 2018)

Condensador

El condensador es el encargado de condensar y enfriar el vapor que transporto el cuello de cisne hasta convertirlo en liquido gracias a la transferencia de calor responsable de esto es el agua de enfriamiento que circula por fuera del serpentín que se encuentra dentro del condensador gracias al doble enchaquetado que posee, por el serpentín circula el agua y el aceite como una mezcla homogénea para ser dirigida por gravedad hacia el separador como se evidencia en la figura 4-9.



Figura 4-8 Condensador de serpentín y cámara de expansión.

Fuente: (Figmay, 2018)

Separador de aceites

Los separadores de aceites se los conoce también como vasos florentinos, su función consiste en separar la mezcla de agua y aceite esencial proveniente del intercambio de calor, la separación que se logra dar es gracias a la diferencia de densidad que tiene, la fase lipídica se separa en aceites más densos que el agua son aceites pesados y quedan bajo el agua mientras que el aceite con menos densidad que el agua quedan sobre el agua y son denominados aceites livianos como podemos ver en la figura 4-10.

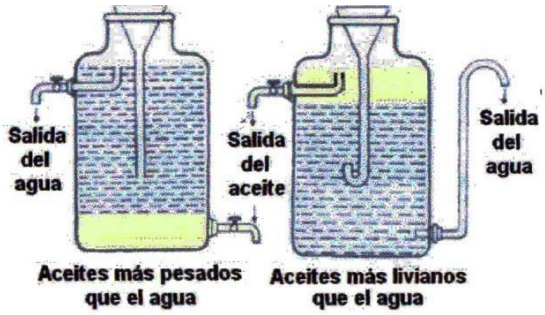

Figura 4-9 Separadores de aceites esenciales.

Fuente: (Sena, 2012)

4.4 Técnicas de extracción de aceites esenciales

Los aceites esenciales se pueden extraer de las plantas mediante métodos convencionales como depende también del tipo de material a procesar ya sea pétalos, hojas, cortezas, entre otros. Es importante considerar el lugar donde se ubica la sustancia aromática dentro de la estructura celular. La cual es dependiente del tipo de material vegetal y de la familia botánica.

Los métodos de extracción son como: la destilación con arrastre de vapor, hidrodestilación, extracción con fluidos supercríticos donde se utiliza dióxido de carbono (CO_2) como solvente para facilitar la extracción del aceite, también tenemos la hidrodestilación asistida por radiación de microondas.

4.4.1 Método de extracción por arrastre con vapor de agua, hidro-destilación, hidro-difusión o hidro-extracción

El proceso está basado en que la mayor parte de las partes aromáticas que se encuentran en una materia vegetal pueden ser arrastradas por el vapor de agua. Es una destilación de mezcla de dos líquidos inmiscibles y consiste, en una vaporización a temperaturas inferiores a las de ebullición de cada una de los componentes volátiles por efecto de una corriente directa de vapor de agua, el cual ejerce la doble función de calentar la mezcla hasta su punto de ebullición y disminuir la temperatura de ebullición.

En la destilación por arrastre de vapor de agua se emplea para separar aceites esenciales de tejidos vegetales, en donde se lleva a cabo la vaporización selectiva del componente volátil (aceite esencial) de una mezcla formada por éste y agua destilada.

La destilación por arrastre de vapor el destilado obtenido será puro en relación al componente no volátil (aunque requiera de una decantación para ser separado del agua). Además, como se trata de la destilación de un aceite esencial, se requiere de la adición del vapor, de lo contario se requeriría una gran cantidad de energía para calentarla y más tiempo empleado, pudiéndose descomponer el aceite esencial *(Democrito, 2007)*.

Hidrodestilación

La hidrodestilación es el método más utilizado como es para la extracción de aceites esenciales de las plantas por su ventaja y efectividad por lo que no se necesita que la materia vegetal se encuentre seca, en el proceso de extracción el calentamiento de la materia vegetal es directo y está en íntimo contacto con el agua, el cual es el disolvente encargado de separar los

componentes volátiles contenidos en las paredes celulares de las plantas a ser arrastradas por vapor al condensador y luego al separador.

En la hidrodestilación la materia vegetal entra en contacto con el vapor de agua lo cual es cubierto por completo la materia vegetal para ser sometido a temperatura de ebullición para poder extraer los aceites esenciales *(medicas, 2017)*.

Hidrodifusión

En el sistema de extracción de aceites esenciales como es en la hidrodifusión se utiliza la acción osmótica del vapor de agua, haciendo que el aceite esencial se libere bajo forma azeótropo, como primer paso es liberar el aceite esencial y condensar el vapor en el que se encuentra contenido aprovechando la gravedad.

Este método es utilizado principalmente para la extracción como es a partir de semillas.

4.4.2 Extracción por fluido supercrítico

La extracción por fluidos supercríticos para la obtención de aceites esenciales es uno de los más recientes, es una operación unitaria que explota el poder disolvente de fluidos supercríticos en condiciones encima de su temperatura, el material vegetal que se utiliza debe estar cortado en pequeños trozos, molido o licuado.

Los fluidos supercríticos que se usan para la EFS son metano, etileno, clorotrifluorometano, dióxido de carbono, etano, óxido nitroso, hexafluoruro de azufre, propileno, propano, amoníaco, triclorofluorometano, n-hexano, isopropanol, etanol, tolueno, agua y xenón, estos compuestos trabajan bajo distintas condiciones de temperatura y presión para variar la densidad del solvente, siendo el solvente más estudiado el dióxido de carbono CO2 ya que presenta propiedades fisicoquímicas propias de los gases y líquidos lo que lo convierte en el solvente más versátil para el proceso de separación, y el más eficiente por no ser un elemento toxico ni inflamable, y amigable con el medio ambiente. *(Montoya, 2010)*

4.4.3 Extracción por Soxhlet

El método de extracción de aceite esencial por Soxhlet se realiza lavando consecutivamente la materia vegetal con un solvente a fin, este proceso tiene una duración de 2 a 3 horas, se realiza solo a escala de laboratorio, consta de un recipiente donde se almacena la muestra a la misma que se le aplica calor, un condensador el que se encarga de enfriar los gases que fueron generados para que pasen a estado líquido y vuelvan a recircular. *(Azuola&Vargas, 2007)*

4.4.4 Extracción por microondas

El uso de microondas es otra alternativa para la extracción de aceites esenciales, no se necesita agregar ningún disolvente o agua si se emplea material fresco. En caso de que el vegetal este seco, se lo hidratara remojándolo en agua y drenando el exceso antes de la extracción.

La hidrodestilación es un método menos costoso y eficiente, asistida por microondas está siendo ampliamente utilizada para la obtención de aceites esenciales. El proceso de calentamiento se enfoca en los movimientos moleculares de las moléculas polares y iones contenidos del solvente y de la materia vegetal, con el fin de mantener una temperatura homogénea que facilite la obtención de los aceites esenciales, con el mismo principio sobre la diferencia de presiones rompiendo las paredes celulares hace que se liberen los compuestos que se encuentran contenidos en la materia vegetal *(Kapas, 2011)*.

4.5 Técnicas de extracción de aceites esenciales enfocadas al aprovechamiento de las plantas amazónicas del Ecuador.

4.5.1 Elaboración de un aceite esencial (diagrama de flujo)

Las operaciones involucradas en la planta piloto para la extracción de aceites esenciales son los que se muestran en la Figura 4-11.

4.5.2 Descripción del proceso

Aprovisionamiento del material vegetal: El principal parámetro de selección de proveedores deberá ser la aplicación de las BPA en lo cual es su proceso productivo.

Transporte y recepción: Se deben garantizar que las condiciones de transporte, no afecte las características fisicoquímicas del material vegetal.

Pretratamiento de la materia prima (limpieza): La limpieza de las especies vegetales consiste en separar materiales como polvo, raíz y otros.

Deshidratación: En el caso de material fresco, es necesario realizar un tratamiento de deshidratado previo hasta alcanzar un porcentaje de humedad óptimo.

Reducción de tamaño: como el vapor de agua penetra en los tejidos del material vegetal y vaporiza la mayoría de las sustancias volátiles, para asegurar una mayor superficie de contacto y exposición de las glándulas de aceite, se recomienda moler o picar los vegetales según su consistencia.

Extracción por arrastre con vapor: Se carga el material vegetal a procesar, lo cual de esta etapa se obtiene como subproducto del proceso, un residuo vegetal que contiene un mayor porcentaje de humedad.

Condensación: El vapor generado en la cámara de extracción, el cual contiene vapor de agua y aceite esencial se le condiciona mediante el cambio de fase para iniciar un proceso de separación

Separación del aceite: En su mayoría los componentes de los aceites esenciales son volátiles y relativamente inmiscibles en el agua, característica que le permite su separación de la mezcla del destilado, en esta etapa se puede apreciar el aceite esencial como producto principal y como también un hidrolato al que se le considera un subproducto.

Envasado y Almacenamiento: Se debe seguir los lineamientos de las BPM para recursos naturales vegetales.

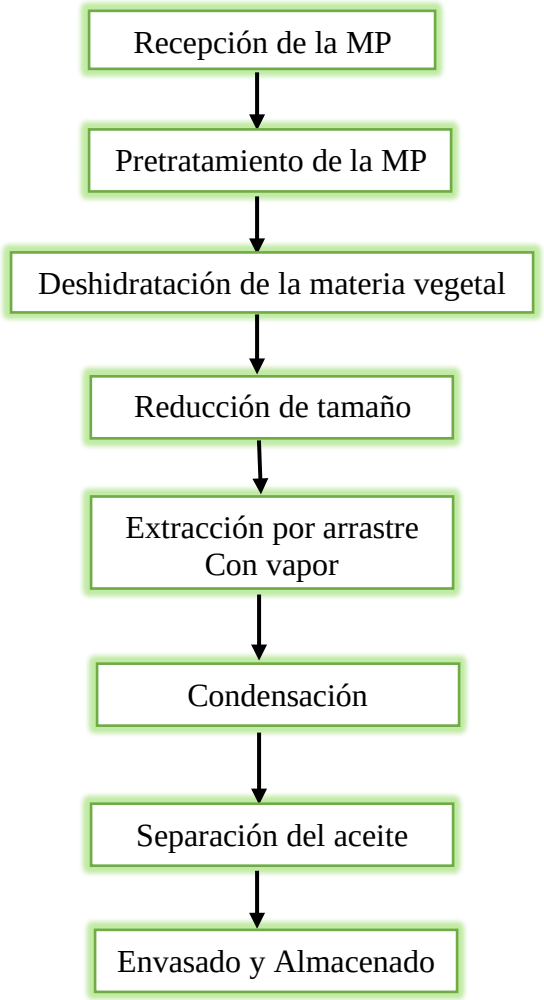

Figura 4-10 Diagrama de elaboración de aceite esencial.

Fuente: *(NaturAEsen, 2014)*

4.6 Conclusiones

Las plantas autóctonas de la Amazonía ecuatoriana que contenían mayor cantidad de aceites esenciales extraíbles, identificadas mediante la información bibliográfica fueron: *Mansoa alliacea, Maytenus laevis, Uncaria tomentosa, Brunfelsia grandiflora*, *Piper peltatum*, *Urera caracasana* y *Grias neuberthii*.

Las técnicas de extracción de aceites esenciales más utilizadas a partir de plantas son: extracción por arrastre con vapor de agua, extracción por maceración o decocción con disolventes orgánicos, extracción mediante Soxhlet, extracción con fluido supercrítico y extracción asistida por microondas.

Luego de realizar un análisis comparativo de los métodos de extracción de aceites esenciales estudiados, resultó que el de arrastre de vapor de agua es más eficiente y solo lleva la separación de la fase acuosa de la oleosa, lo que permite obtener un aceite libre de impurezas como disolventes orgánicos de una manera más económica que utilizando métodos no convencionales como extracción con fluido supercrítico y extracción asistida por microondas.

4.7 Recomendaciones

- Desarrollar procesos de investigación relacionados con los aceites esenciales con plantas de origen amazónico, para que puedan expandirse en la amazonia ecuatoriana.

- Hacer más estudios sobre la especie: ajo de monte (*Mansoa alliacea*) que crece en la Amazonía del Ecuador, con vistas a caracterizar su aceite esencial y establecer sus beneficios para la salud.

- Utilizar la extracción por el método de destilación por arrastre con vapor para profundizar en el estudio de los aceites esenciales a partir de plantas amazónicas.

- La selección y el tratamiento de la MP es importante antes de la extracción ya que, en el proceso el vapor de agua puede llevar impurezas y de como resultado un aceite esencial sucio.

REFERENCIAS

Aguirre Negrete, D. L. (2003). Potencialidades de exportación del ecuador a los países de la unión europea en el período 1995-2000: el caso de los aceites esenciales (Bachelor's Thesis, Quito/PUCE/2003).

Armijo, J., Vicuña, E., Romero, P., Condorhuamán, C., & Hilario, B. (2012). Modelamiento y simulación del proceso de extracción de aceites esenciales mediante la destilación por arrastre con vapor. Revista peruana de química e ingeniería química, 15(2), 19-27.

ALEJANDRO, M. (2001). http://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf. Obtenido de http://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf

Azuola&Vargas. (2007). Azuola, R., & Aguilar, P. (2007). Extracción de sustancias asistida por ultrasonido (EUA). Obtenido de Azuola, R., & Aguilar, P. (2007). Extracción de sustancias asistida por ultrasonido (EUA).

Bedon, K. (s.f.).

Crespo, Y. A., Sánchez, L. R. B., Quintana, Y. G., Cabrera, A. S. T., Del Sol, A. B., & Mayancha, D. M. G. (2019). Evaluation of the synergistic effects of antioxidant activity on mixtures of the essential oil from Apium graveolens L., Thymus vulgaris L. and Coriandrum sativum L. Using simplex-lattice design. Heliyon, 5(6), e01942.

Cabrera, A., & Cañas, Y. (2007). Producción orgánica de hierba luisa (Cymbopogon citratus), con fines industriales en la obtención de aceites esenciales y deshidratados para infusiones en Loja Loja–Ecuador tesis de grado ing. Agr. Ecuador, universidad nacional un.

Calle Morillo, A., Cobos Sánchez, L. F., & Mejía Coronel, M. T. (2009). Producción y comercialización de aceite esencial de maracuyá en Ecuador.

Contreras Puentes, E. D. C., Ruíz Pérez, J. D., & Colina Márquez, J. Á. A. (2012). Estudio comparativo de dos métodos de extracción para el aceite esencial presente en la cascara de pomelo (Citrus máxima) (doctoral dissertation, universidad de Cartagena).

Democrito. (2007). https://labquimica.wordpress.com/2007/08/07/extraccion-por-arrastre-con-vapor/. Obtenido de https://labquimica.wordpress.com/2007/08/07/extraccion-por-arrastre-con-vapor/

EBM. (2001). https://www.enbuenasmanos.com/propiedades-de-la-uncaria-tomentosa. Obtenido de https://www.enbuenasmanos.com/propiedades-de-la-uncaria-tomentosa

FIGMAY. (2018). https://figmay.com/extractor-de-aceites-esenciales/. Obtenido de https://figmay.com/extractor-de-aceites-esenciales/

Fito. (2018). http://fitoexport.pe/super-alimentos/chuchuhuasi/. Obtenido de *http://fitoexport.pe/super-alimentos/chuchuhuasi/*

Güiz, D., & Estefanía, D. (2018). Evaluación del rendimiento, calidad y actividad antioxidante del aceite esencial de cáscara de naranja fresca de la especie Citrus maxima (Burm.) Merr. Familia rutaceae, obtenido por dos métodos de extracción (bachelor's thesis, quito: uce).

Hidalgo Masías, G. L., & Romero Faya, A. B. (2017). Diseño de una planta piloto para la extracción de aceites esenciales mediante destilación por arrastre de vapor.

Inkanat. (2008). https://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=ajo-sacha-propiedades-beneficios. Obtenido de https://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=ajo-sacha-propiedades-beneficios

Invenio. (Junio de 2014). file:///D:/Usuario/Downloads/Dialnet-IntroduccionALaObtencionDeAceiteEsencialDeLimon-3331453%20(1).pdf. Obtenido de file:///D:/Usuario/Downloads/Dialnet-IntroduccionALaObtencionDeAceiteEsencialDeLimon-3331453%20(1).pdf

Kapas. (2011). Kapás, A., András, C., Dobre, T., Vass, E., Székely, G., Stroescu, M., . . . Ábrahám, B. (2011). Obtenido de Kapás, A., András, C., Dobre, T., Vass, E., Székely, G., Stroescu, M., . . . Ábrahám, B. (2011).

Luna Echeverría, S. M. (2020). Estudio de factibilidad para la implementación de una planta de producción de un exfoliante anti-acné en base a aceites esenciales de romero (Rosmarinus officinalis) y árbol de té (Melaleuca alternifolia), en el cantón Ambato de la provincial de Tungurahua (bachelor's thesis, universidad técnica de Ambato. Facultad de ciencia e ingeniería en alimentos y biotecnología. Carrera de ingeniería bioquímica).

MARTINEZ, A. (2001). http://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf. Obtenido de http://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf

Mejía, K., & Rengifo, E. (1995). Plantas medicinales de uso popular en la Amazonía peruana (no. 581.634 m516 2000). Agencia española de cooperación internacional, Madrid (España) instituto de investigaciones de la Amazonía peruana, Iquitos (Perú).

MDPI. (s.f.). https://www.mdpi.com/2223-7747/7/3/67. Obtenido de https://www.mdpi.com/2223-7747/7/3/67

medicas, E. d. (17 de Marzo de 2017). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_serial&pid=0034-7515&lng=es&nrm=iso. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_serial&pid=0034-7515&lng=es&nrm=iso

MI.FIGMAY. (2018). https://figmay.com/extractor-de-aceites-esenciales/#:~:text=El%20equipo%20extractor%20de%20aceites,f%C3%A1cil%20uso%2C%20instalaci%C3%B3n%20y%20limpieza. Obtenido de https://figmay.com/extractor-de-aceites-esenciales/#:~:text=El%20equipo%20extractor%20de%20aceites,f%C3%A1cil%20uso%2C%20instalaci%C3%B3n%20y%20limpieza.

Montoya. (2010). Montoya, G. (2010). Aceites esenciales una alternativa de diversificación para el eje cafetero. Obtenido de Montoya, G. (2010). Aceites esenciales una alternativa de diversificación para el eje cafetero.

NaturAEsen. (2014). https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/#. Obtenido de https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/#

ORIGINAL. (23 de OCTUBRE de 2017). https://www.originalcherry.es/blog/historia-los-aceites-esenciales-2/#:~:text=La%20humanidad%20ya%20utilizaba%20los,protecci%C3%B3n%20con

tra%20los%20malos%20esp%C3%ADritus. Obtenido de https://www.originalcherry.es/blog/historia-los-aceites-esenciales-2/#:~:text=La%20humanidad%20ya%20utilizaba%20los,protecci%C3%B3n%20contra%20los%20malos%20esp%C3%ADritus.

OROCHENA. (2011). file:///D:/Usuario/Downloads/220185.pdf. Obtenido de file:///D:/Usuario/Downloads/220185.pdf

Plantas. (2015). http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5529/2/06%20ENF%20761%20Gu%C3%ADa%20de%20plantas%20medicinales.pdf. Obtenido de http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5529/2/06%20ENF%20761%20Gu%C3%ADa%20de%20plantas%20medicinales.pdf

QUIMICA. (s.f.). http://www.quimica.urv.es/~w3siiq/DALUMNES/07/siiq10/TIPOSDEPERF. Obtenido de http://www.quimica.urv.es/~w3siiq/DALUMNES/07/siiq10/TIPOSDEPERF

Rueda, X. Y., Mancilla, L. L., & Parada, D. P. (2007). Estudio del aceite esencial de la cáscara de la naranja dulce (Citrus sinensis, variedad valenciana) cultivada en labateca (norte de Santander, Colombia). Bistua: revista de la facultad de ciencias básicas, 5(1), 3-8.

Reyes-Jurado, F., Palou, E., & López-Malo, A. (2012). Vapores de aceites esenciales: alternativa de antimicrobianos naturales. Temas selectos de ingeniería de alimentos, 6(1), 29-39.

SCIELO. (2011). https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442011000200005. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442011000200005

selva, V. d. (Febrero de 2017). https://vidadelaselva.wordpress.com/2017/02/03/maria-panga-santa-maria-panka-energetic-powerhouse/. Obtenido de https://vidadelaselva.wordpress.com/2017/02/03/maria-panga-santa-maria-panka-energetic-powerhouse/

SENA. (2012). https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/#. Obtenido de https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/#

Scalvenzi, L., Yaguache-Camacho, B., Cabrera-Martínez, P., & Guerrini, A. (2016). Actividad antifúngica in vitro de aceites esenciales de Ocotea quixos (Lam.) Kosterm. Y Piper aduncum L. Bioagro, 28(1), 39-46.

Velasco, R. J., Villada, H. S., & Carrera, J. E. (2007). Aplicaciones de los fluidos supercríticos en la agroindustria. Información tecnológica, 18(1), 53-66.