



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE CERA NATURAL DE *Morella pubescens* Humb & Bonp (LAUREL DE CERA) A NIVEL LABORATORIO

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: EDWIN ORLANDO RODRIGUEZ ALMEIDA

DIRECTORA: BQF. CRISTINA NATALY VILLEGAS FREIRE

Riobamba – Ecuador

2022

©2022, Edwin Orlando Rodríguez Almeida

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.

Yo, Edwin Orlando Rodríguez Almeida, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular: El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 8 de junio del 2022

Edwin Orlando Rodríguez Almeida
172286415-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de Investigación. **EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE CERA NATURAL DE *Morella pubescens* Humb & Bonlp (LAUREL DE CERA) A NIVEL LABORATORIO**, realizado por el señor: **EDWIN ORLANDO RODRÍGUEZ ALMEIDA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Vilma Fernanda Novoa Silva MSc.

_____08/06/2022

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

BQF. Cristina Nataly Villegas Freire MSc.

_____08/06/2022

**DIRECTORA DEL TRABAJO
DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Ing. Miguel Angel Gualpa Calva MSc.

_____08/06/2022

MIEMBRO DE TRIBUNAL

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a Dios por tantas bendiciones, a mis padres Edwin y María Augusta por su sacrificio, amor incondicional y enseñarme a ser un hombre comprometido con las metas que me propongo, por sus consejos que me han servido durante toda la vida, por la confianza depositada en mí para salir de la casa y realizarme como profesional, a mis abuelitos Néstor, Maci, Marcos y Alcira por sus consejos, palabras de ánimo, enseñarme amar la naturaleza y sobre todo por sus oraciones, a mi tía Adela que, aunque hoy no se encuentra conmigo ha sido parte fundamental de mi formación personal y académica, por su gran amor, por ser un pilar fundamental en mi vida y enseñarme a ser una persona de bien a Dayana Bravo por ser una persona con excelentes cualidades quien me ha brindado siempre su apoyo en los momentos de mucha oscuridad, sin ella y sus palabras de aliento nada de esto hubiera sido posible, a mis amigos con los cuales he compartido momentos muy valiosos de risas, locuras, viajes, por convertirse en mi segunda familia y hacer que mi estadía en la ESPOCH sea más amena y llevadera, muchas gracias, mis queridos amigos por su apoyo y amistad incondicional.

Edwin

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por brindarme unos padres ejemplares y amorosos, por siempre guíame en el sendero del bien y por llenarme de sabiduría e inteligencia para culminar esta meta tan anhelada.

A mis padres el más sincero agradecimiento por estar cuando más los necesito, por su paciencia y enseñame los valores que he aplicado durante toda mi vida, por darme la oportunidad de obtener un título profesional y así contribuir a la sociedad.

A mis maestros de la Carrera de Ingeniería Forestal por compartirme sus conocimientos, por enseñarme el verdadero valor de la Naturaleza y hacer que me enamore cada día más de la profesión.

A mi tribunal conformado por la Doctora Cristina Villegas (Directora) y el Ingeniero Miguel Guallpa (Miembro), por su tiempo, educación y recomendaciones y la Doctora Comanda Játiva por su apoyo para la ejecución de mi trabajo de titulación.

Edwin

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1. Laurel de cera <i>Morella pubescens</i> Humb & Bonpl.	5
1.2. Clasificación Taxonómica.....	5
1.3. Distribución Natural.....	5
1.3.1. Bosque.....	6
1.3.1.1. <i>Tipo de bosque.</i>	6
1.4. Descripción Botánica	6
1.4.1. <i>Sistema radicular</i>	7
1.4.2. <i>Hojas</i>	7
1.4.3. <i>Floración</i>	8
1.4.4. <i>Fructificación</i>	8
1.5. Crecimiento.....	8
1.5.1. <i>Altitud</i>	8
1.5.2. <i>Clima</i>	8
1.5.3. <i>Suelos</i>	8
1.6. Época de producción.....	9
1.7. Ceras.....	9
1.8. Ceras naturales.....	9
1.9. Cera de laurel	10
1.10. Usos e importancia del laurel de cera.....	10

1.11.	Método de extracción: destilación con arrastre de vapor	11
1.11.1.	<i>Descripción del equipo de extracción</i>	11
1.11.2.	<i>Equipo de Soxhlet</i>	11
1.11.3.	Características para la extracción con el equipo Soxhlet.....	12
1.11.4.	<i>Selección del solvente</i>	12
1.11.5.	<i>Solvente para extracción</i>	12
1.11.5.1.	<i>Hexano</i>	12
1.11.5.2.	<i>Etanol</i>	13
1.11.5.3.	<i>Éter dietílico</i>	13
1.12.	Método de extracción: Prensado	13
1.12.1.	<i>Prensa para extracción</i>	14
1.13.	Descripción de métodos de análisis	14
1.13.1.	<i>Cromatografía</i>	14
1.13.2.	<i>Cromatografía en capa fina</i>	14
1.13.2.1.	<i>Factor de retención</i>	14
1.13.3.	<i>Análisis Fitoquímico</i>	15
1.13.4.	<i>Tamizaje Fitoquímico</i>	15
1.13.5.	<i>Metabolitos secundarios</i>	15
1.13.5.1.	<i>Saponinas</i>	16
1.13.5.2.	<i>Grupos Fenólicos</i>	16
1.13.5.3.	<i>Flavonoides</i>	16
1.13.5.4.	<i>Terpenos</i>	17
1.13.5.5.	<i>Alcaloides</i>	17
1.13.6.	<i>Caracterización Física</i>	17
1.13.6.1.	<i>Cualitativa</i>	17
1.13.6.2.	<i>Aspecto</i>	17
1.13.6.3.	<i>Color</i>	18
1.13.6.4.	<i>Olor</i>	18
1.13.6.5.	<i>Textura</i>	18
1.13.6.6.	<i>Solubilidad</i>	18
1.13.6.7.	<i>Cuantitativa</i>	18
1.13.6.8.	<i>Densidad</i>	19

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO.....	20
2.1.	Localización del sitio de investigación	20
2.1.1.	Ubicación geográfica.....	21
2.2.	Identificación del material vegetativo	21
2.2.1.	<i>Recolección del componente vegetal.....</i>	21
2.3.	Diseño experimental.....	21
2.3.1.	<i>Tipo de diseño experimental</i>	21
2.3.1.1.	<i>Especificación del campo experimental.....</i>	22
2.4.	Materiales y equipos.	22
2.4.1.	Materiales de campo.....	22
2.4.2.	<i>Materiales y Equipo de laboratorio.....</i>	22
2.4.3.	Materiales de oficina.....	23
2.5.	Metodología	24
2.5.1.	Para cumplir con el primer objetivo: Extraer la cera de Laurel a partir de los frutos de la planta de Laurel de cera Morella pubescens Humb & Bonpl por diferentes métodos de Laboratorio.....	24
2.5.1.1.	Recolección de semillas de Morella pubescens Hum & Bonpl. en campo	24
2.5.1.2.	Extracto étereo (éter butilglicol C ₆ H ₁₄ O ₂).....	24
2.5.1.3.	<i>Extracción de cera por método de Soxhlet.....</i>	24
2.5.1.4.	<i>Extracción con prensa.....</i>	25
2.5.2.	Para cumplir con el segundo objetivo: Analizar la composición físico-química la cera extraída a partir de Morella pubescens Humb & Bonpl	25
2.5.2.1.	Caracterización química (tamizaje fitoquímico).....	25
2.5.2.2.	Cromatografía en capa fina a la cera obtenida por el método de soxhlet.....	27
2.5.2.3.	<i>Caracterización física</i>	28
2.5.2.4.	<i>Cualitativa.....</i>	28
2.5.2.5.	<i>Cuantitativa.....</i>	28
2.5.3.	Para cumplir el tercer objetivo: Probar la eficacia de aplicación de la cera sobre superficies porosas de origen vegetal.....	29

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	31
3.1.	Extracción por el método de Soxhlet con hexano como solvente	31
3.2.	Extracción por el método Soxhlet con etanol como solvente	32
3.3.	Extracción por el método de Soxhlet con éter dietílico como solvente	33
3.4.	Caracterización química (Tamizaje fitoquímico).....	35
3.5.	Cromatografía	36
3.6.	Características físicas de la cera de <i>Morella pubescens</i>	37
3.6.1.	Cualitativas	37
3.6.2.	Cuantitativas	38
3.6.2.1.	<i>Densidad</i>	<i>38</i>
3.6.2.2.	<i>Solubilidad</i>	<i>40</i>
3.7.	Eficacia de la aplicación de la cera de <i>Morella pubescens</i>	40
3.8.	Análisis estadístico	41
	CONCLUSIONES.....	42
	RECOMENDACIONES.....	43
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación taxonómica de <i>Morella pubescens</i>	5
Tabla 1-3:	Datos obtenidos con el equipo de soxhlet y solvente hexano.....	31
Tabla 2-3:	Datos obtenidos con el equipo de Soxhlet y solvente etanol.....	32
Tabla 3-3:	Datos obtenidos con el equipo de Soxhlet y el solvente éter dietílico	34
Tabla 4-3:	Análisis de tamizaje fitoquímico	36
Tabla 5-3:	Compuestos revelados de cera de <i>Morella pubescens</i> y su recorrido	37
Tabla 6-3:	Características cualitativas de cera de <i>Morella pubescens</i>	38
Tabla 7-3:	Característica cuantitativa de <i>Morella pubescens</i>	39
Tabla 8-3:	Cantidad de cera utilizada en m ²	40
Tabla 9-3:	Separación de medias según Tukey al 5%	41
Tabla 10-3:	Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks (modificado)	41

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Datos obtenidos de la extracción con Soxhlet y solvente hexano.	32
Gráfico 2-3:	Datos obtenidos de la extracción con Soxhlet y solvente etanol.	33
Gráfico 3-3:	Datos obtenidos de la extracción con Soxhlet y éter di etílico.	35
Gráfico 4-3:	Densidad de cera de <i>Morella pubescens</i>	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Ubicación del material vegetativo.....	20
-----------------------------------------------------------	----

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** IDENTIFICACIÓN REALIZADA CON trópicos.org
- ANEXO B:** IDENTIFICACIÓN REALIZADA MEDIANTE EL HERBARIO VIRTUAL
- ANEXO C:** IDENTIFICACIÓN REALIZADA MEDIANTE EL CATÁLOGO DE PLANTAS VASCULARES DEL ECUADOR
- ANEXO D:** LABORES REALIZADAS EN CAMPO
- ANEXO E:** EXTRACCION DE CERA DE *Morella pubescens* CON PRENSA.
- ANEXO F:** EXTRACCIÓN POR ARRASTRE EQUIPO DE SOXHLET.
- ANEXO G:** CROMATOGRAFÍA
- ANEXO H:** EFICACIA DE LA CERA DE *Morella pubescens* EN PROBETAS DE MADERA
- ANEXO I:** ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY AL 5%
- ANEXO J:** PRUEBA DE SHAPIRO-WILKS (MODIFICADO)

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue extraer y caracterizar la composición físico-química de la cera natural de *Morella pubescens* Humb & Bonpl a nivel de laboratorio. La recolección del fruto se realizó en el sector de Palictagua, Cantón Penipe, Provincia de Chimborazo. Este trabajo fue realizado en el laboratorio de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, donde se maceró 150 g del fruto con butil-glicol para obtener el extracto etéreo con el cual se hizo el tamizaje fitoquímico este reveló que la cera presenta metabolitos secundarios identificándose fenoles y terpenos, para la extracción de la cera se utilizó el método de prensado y Soxhlet, con el prensado no se obtuvo resultados y con el método de Soxhlet, con cartuchos de 12.85 g y tres solventes hexano, etanol y éter dietílico, se determinó que el hexano como solvente obtuvo el mayor rendimiento con 27.37%. Con la finalidad de encontrar compuestos insaturados se analizó la cera obtenida con Soxhlet y el solvente hexano mediante el método de cromatografía de capa fina además se utilizó aceite puro de oliva y Sacha Inchi como patrones cromatográficos para poder compararlos con las muestras diluidas y se determinó que existen compuestos insaturados en la estructura de la cera. Se determinó las características físicas de la cera en donde se evaluaron tres parámetros cualitativos, cuantitativos y la solubilidad siendo el color y el olor las más representativas. Para medir la eficiencia de la aplicación de la cera sobre superficies porosas de origen vegetal se dimensionó tres probetas de madera y se analizó la penetración, absorción y protección de la cera sobre la madera, estos valores fueron bajos por lo que el uso de la cera no es recomendable. En futuros estudios se recomienda realizar la extracción con éter de petróleo.

Palabras claves: < EXTRACCIÓN DE CERA >, < TAMIZAJE FITOQUÍMICO >, < SOXHLET >, < CROMATOGRAFÍA >, < CERA >.

1649-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The aim of this research was to extract and characterize the physicochemical composition of the natural wax of *Morella pubescens* Humb & Bonpl at laboratory level. The fruit was collected in Palictagua parish, Canton Penipe, Province of Chimborazo. This work was carried out in the laboratory of Facultad de Recursos Naturales of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, where 150 g of the fruit was macerated with butyl glycol to obtain the ethereal extract with which the phytochemical screening was done, this revealed that the wax presents secondary metabolites identifying phenols and terpenes, for the extraction of wax the pressing and Soxhlet methods were used, with the pressing method no results were obtained and with the Soxhlet method, with cartridges of 12.85 g cartridges and three solvents hexane, ethanol and diethyl ether, it was determined that hexane as solvent obtained the highest yield with 27.37%. In order to find unsaturated compounds, the wax obtained with Soxhlet and the hexane solvent was analyzed by the thin layer chromatography method and pure olive oil and Sacha Inchi were used as chromatographic standards to compare them with the diluted samples and it was determined that there are unsaturated compounds in the wax structure. The physical characteristics of wax were determined in which three qualitative and quantitative parameters were evaluated, as well as solubility, with color and odor being the most representative. To measure the efficiency of the application of wax on porous surfaces of vegetal origin, three wooden test tubes were dimensioned and the penetration, absorption and protection of the wax on the wood were analyzed; these values were low, so the use of the wax is not recommended. In future studies it is suggested to perform the extraction with petroleum ether.

Key words: < WAX EXTRACTION >, < PHYTOCHEMICAL SCANNING >, < SOXHLET >, <CHROMATOGRAPHY >, <WAX >

Lcda. Elsa Amalia Basantes A. Mgs.

C.I: 0603594409

INTRODUCCIÓN

El sector de productos naturales está en crecimiento a nivel mundial, debido a que las preferencias de los consumidores están cambiando drásticamente a tal punto que los nichos de mercado dominados completamente por productos sintéticos empiezan a tener competencia de productos naturales (Arango, et al., 2009: p. 40-48).

Los productos naturales poseen gran aceptación en el mercado mundial aún más si de preservar el ambiente se trata. Hoy en día es muy escaso contar con fuentes generadoras de ingresos y que además contribuyan a la conservación del ambiente (Hoyos y Cabrera, 1999: p.36).

Morella pubescens, conocido por los nombres comunes de laurel, laurel de cera, olivo, olivo de cera, es un árbol que crece de manera natural cerca de los ríos, quebradas, en zonas erosionadas, taludes de carretera, pendientes abruptas, orillas de senderos y caminos y en periferias de los bosques. En algunos sitios alcanza alturas hasta de doce metros, además de Colombia, crece en Costa Rica, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia (Arango et al., 2009: p. 40-48).

La cera de laurel es un producto natural obtenido artesanalmente, mediante el procesamiento del fruto del laurel *Morella pubescens*, especie que sirve para la protección de cuencas y recuperación de suelos (Hoyos y Cabrera, 1999: p.36).

IMPORTANCIA

La actividad más relevante asociada a la explotación de especies forestales es la extracción de su material ceroso o cutícula que recubre las hojas. Este material es el resultado de una condición genética de ciertas plantas, un mecanismo de defensa natural frente a agentes externos, principalmente la incidencia de altas temperaturas, que evita la pérdida excesiva de agua y mantiene el equilibrio hídrico dentro de la planta. Esta cutícula luego de ser extraída se denomina polvo y se convierte en materia prima básica para la producción de cera, la cual es de gran importancia para las industrias química, electrónica, cosmética, alimentaria y farmacéutica (Jiménez, et al., 2009: p. 14-25).

Morella pubescens es una especie que puede ayudar al sector campesino debido a su asociación con otras especies y a la vez su posible extracción de cera brinda al productor otra fuente de ingreso. En la actualidad tenemos como objetivo principal mirar a lo natural con el fin de buscar un desarrollo sostenible del planeta, de tal manera que preservamos la salud y disminuyen los costos de producción en ahorros de materiales y de tiempo (Leonor, et al., 2014: p. 5).

Los productos utilizados para el acabado de la madera tienen como función proteger de los agentes externos tales como el polvo, la grasa, la humedad y los rayos ultravioleta, a su vez la embellecen con un lustre brillante mate o semi-mate (Leonor, et al., 2014: p. 5).

Otra de las ventajas de estos acabados es la posibilidad que se le brinde a la madera la capacidad de respirar, ya que al no ser un material muerto ella sigue tomando y humedad de acuerdo al ambiente (Leonor, et al., 2014: p. 5).

La información del presente proyecto servirá como base para futuras investigaciones y aportará a los artesanos una alternativa más natural y saludable para la conservación y acabado de la madera.

PROBLEMA

Uno de los problemas más comunes de los artesanos es que están expuestos a los gases que emanan los químicos tradicionales como lacas y selladores, ya que estos al ser derivados de hidrocarburos puede llegar a causar intoxicaciones.

Los artesanos que no cuentan con maquinaria necesaria para aplicar preservantes de una forma adecuada, segura a la madera se exponen a riesgos físicos y de salud.

El uso de ceras naturales permitirá al artesano conservar su salud además que no requiere de tecnología costosa para su aplicación.

JUSTIFICACIÓN

Morella pubescens es una especie óptima para la protección de cuencas hidrográficas y del suelo, ya que sus raíces fijan nitrógeno, la cera que se obtiene de los frutos tiene importancia industrial y es utilizada, los árboles de laurel existentes no han sido cultivados por los agricultores, han crecido espontáneamente por dispersión de la semilla a través de aves, como la torcaza (*Columba sp*) (Cabrera y Cristina, 2006: p. 7-12).

Hay que plantar y proteger bosquetes de laurel de cera, de fuentes de agua, riberas de quebradas y ríos, para regular los caudales de agua y proteger los taludes de las riveras. En las vertientes andinas se observa el laurel entre pastos y cultivos, razón por la cual se puede plantar formando sistemas agroforestales y silvopastoriles, ya sea como cortinas rompe vientos, cercas vivas, barreras contra la erosión, bosquetes, etc. Su capacidad fijadora de nitrógeno permite incorporar entre 60 a 200 Kg/ha/año de nitrógeno asimilable. Por tratarse de una especie pionera y adaptarse a condiciones marginales de suelo, se utiliza para retener taludes de carreteras, caminos y cauces de ríos y quebradas (Cabrera y Cristina, 2006: p. 7-12).

La importancia industrial de la extracción de la cera del laurel radica en el procesamiento del fruto se realiza bajo condiciones rudimentarias, empleando unas prensas de madera que son instaladas en la finca para la época del beneficio (Cabrera y Cristina, 2006: p. 7-12).

Por tal motivo se pretende extraer cera de laurel en laboratorio para su posible utilización en la industria y acabados de la madera.

OBJETIVO

GENERAL

Extraer y caracterizar la composición físico-química de la cera natural de *Morella pubescens* Humb & Bonpl (laurel de cera) a nivel laboratorio.

ESPECÍFICOS

- Extraer la cera de Laurel a partir de los frutos de la planta de Laurel de cera *Morella pubescens* Humb & Bonpl por diferentes métodos de Laboratorio.
- Analizar la composición físico-química de la cera extraída a partir de *Morella pubescens* Humb & Bonpl
- Probar la eficacia de aplicación de la cera sobre superficies porosas de origen vegetal.

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS NULA

Es posible extraer cera de *Morella pubescens* utilizando diferentes métodos de laboratorio.

HIPÓTESIS ALTERNANTE

No es posible extraer cera de *Morella pubescens* utilizando diferentes métodos de laboratorio.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

1.2. Laurel de cera *Morella pubescens* Humb & Bonpl.

Morella pubescens, es una especie en estado silvestre sub-utilizada y poco conocida representando potencial económico. Es una especie nativa que ayuda a la restauración de suelos erosionados, mantenimiento de cuencas hidrográficas entre otros beneficios. Sus características morfológicas sistema radicular extenso, densidad de la copa, resistencia de las ramas la convierten en un símbolo de la conservación de las eco-regiones alto-andinas. Propagación naturalmente por semillas presentando baja germinación, ya que existe limitaciones incluso cuando todas las condiciones ambientales y genéticas son favorables debido a que entran en estado de latencia (Castro y Ayala, 2011: p. 1-29).

1.2. Clasificación Taxonómica

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica de *Morella pubescens*.

Nombre Científico:	<i>Morella pubescens</i>
Reino:	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Myricales
Familia:	Myricaceae
Nombres Comunes:	Laurel de cera (Ecuador), laurel de cera, olivo de cera, roble (Colombia), murkuna, pajte, yapurundí (Bolivia)

Fuente: Castro y Ayala, 2011.

1.3. Distribución Natural.

Es una especie que está difundida por todo el trópico con exclusión de Australia. En Centro América se encuentra en Panamá y Costa Rica. En América del Sur: Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (Castro y Ayala, 2011: p. 1-29).

En Ecuador, el género *Morella* está representado por dos especies andinas: *Morella pubescens*, característica de zonas secundarias y *Morella parvifolia* (Benth.), característica del subpáramo y páramo (Castro y Ayala, 2011: p. 1-29).

En Ecuador se registra en las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Morona, Napo, Pichincha, Tungurahua y Zamora (Lozano, 2015: p. 174).

1.3.1. Bosque

Tierra que se extiende por más de 0,5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 metros una cubierta de dosel superior al 10 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano (FAO, 2010).

1.3.1.1. Tipo de bosque.

Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Occidental y Oriental de los Andes; Bosque siempreverde montano de la Cordillera Occidental y Oriental de los Andes (Lozano, 2015: p. 174).

1.4. Descripción Botánica

Se trata de un pequeño árbol de con forma curva, tiene lenticelas, el color es gris, la copa es ancha e irregular y las hojas son densas, el color es verde; sus ramas crecen de horizontales a oblicuas y luego comienzan a disminuir la altura de la base, de grosor medio, con ramas pequeñas, delgado, de color verde y maloliente cuando estaba herido. Tiene inflorescencia corta masculina suave, 4-14 estambres en la misma ronda, en comparación con los machos, los amentos de las hembras tienen el doble de tamaño, tienen un ovario monocular súper, de dos brazos, con una superficie granular, 2 estilos filamentosos, connatos en la base, óvulos basales. Fruto sin semillas, cubierto por gránulos de cera (Castro y Ayala, 2011: p. 1-29).

Según Castro y Ayala, (2011: p. 1-29) *Morella pubescens* presenta las siguientes características.

- Altitud 1.600 – 3.900 msnm
- Árbol pequeño (5 m altura, 30 cm diámetro) color grisáceo
- Follaje denso color verdoso
- Raíces profundas, abundantes, poseen bacterias nitrificadoras
- Frutos pequeños racimos, escamosos y duros
- Suelos de textura arcilloarenosa (fértiles e infértiles)
- Reproducción espontánea, a través de excretas de aves
- Época de producción, tres años después de su siembra

1.4.1. Sistema radicular

Existen nódulos en las raíces que ayudan a fijar nitrógeno y permite que crezca el arbusto en terrenos que carecen de este elemento, por lo que se recomienda su uso en la restauración de suelos erosionados (Castro y Ayala, 2011: p. 1-29).

Puede oxigenar desde sus raíces a nuevas plantas, lo que facilita su propagación en el suelo. En los primeros años formará ramitos, pero cuando alcance una altura de 30 cm o más, crecerá raíces laterales y superficies, formando la red circundante (Hoyo y Cabrera, 1999: p. 36).

1.4.2. Hojas

Las hojas son coriáceas, simples, alternas y lanceoladas, con el haz y envés pubescentes, tiene 10 dientes pequeños en el borde y las nervaduras sobresalen y se bifurcan en el ápice. Miden de 9 cm a 15 cm de largo y 3 cm de ancho. Tienen ejes acanalados cortos y son de color verde oliva. El nervio marcado por su revés; hay glándulas amarillas a ambos lados que emiten un olor agradable al apretarlas. Además, se sabe que las hojas de laurel están formadas por 121 compuestos volátiles (Hoyos y Cabrera, 1999: p. 36).

1.4.3. Floración

Las flores no se identifican con facilidad, son de color verde de un tamaño aproximado de 2 milímetros y se agrupan formando inflorescencias (Hoyos y Cabrera, 1999: p. 36).

1.4.4. Fructificación

El fruto en una drupa y se disponen en racimos pequeños de 5 a 15 unidades, son esféricos, escamosos, duros y su tamaño es de 4 a 5 milímetros de diámetros. En su formación inicial el fruto es de color verde y en su estado óptimo de cosecha adquiere coloración grisácea (Hoyos y Cabrera, 1999: p. 36).

Según los agricultores cuando el fruto maduro es frotado por los entre los dedos y este no desprende tinta (color morada) se encuentra en estado óptimo de cosecha (Hoyos y Cabrera, 1999: p. 36).

Según Hoyos y Cabrera (1999: p. 36) se estima que un Kilo contiene 32 000 frutos.

1.5. Crecimiento.

1.5.1. Altitud

A esta especie se la puede encontrar desde los 1.600 a los 3.900 msnm (Castro y Ayala, 2011: p. 1-29).

1.5.2. Clima

Crecen en regiones que poseen clima templado o frío, a temperatura media de 12°C - 18°C, lluvia anual de 500 a 2.000 mm; presenta resistencia a heladas y vientos fuertes; exige luz (Hoyos y Cabrera 1999).

1.5.3. Suelos

Prefiere suelos de textura arcillo-arenosa, aunque se la puede encontrar en una diversa variedad de tierras fértiles e infértiles, debido a la gran capacidad que tiene de fijar nitrógeno a través de sus nódulos; tolerando un gran rango de pH (Castro y Ayala, 2011: p. 1-29).

1.6. Época de producción.

Por lo general los árboles empiezan a producir después de los tres años de su siembra. La época principal de producción de la semilla está comprendida entre junio y septiembre; pero en zonas más bajas (1.600 msnm) puede producirse en mayo, mientras que en zonas más altas (3.900 msnm) en octubre (Muñoz, 1995: p. 47-54).

1.7. Ceras

Los ácidos grasos son compuestos importantes presentes en los lípidos, que son un grupo de compuestos orgánicos que se encuentran caracterizados por ser insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos. Su variedad en dobles enlaces y varias características representativas definen sus posibles aplicaciones como su uso en cosméticos, detergente biodegradables y recubrimientos para madera, frutas, metales, entre otras. Los ácidos grasos saturados superiores se encuentran presentes en ceras de plantas y bacterias, las ceras son compuestos ampliamente utilizados a lo largo del tiempo con múltiples aplicaciones, la extracción de este tipo de ácidos se realiza principalmente de ceras vegetales (Cenipalma, 2008; García et al., 2000; Delange, 2006: pp. 23-24).

Las ceras son compuestos insolubles en agua, sólidos que se funden a temperaturas bajas, sus principales propiedades son la resistencia a la tracción, al agua en su estado líquido y vapor, retención de solventes, entre otros. Se encuentran en la naturaleza cumpliendo funciones específicas, también se las puede fabricar en laboratorio a partir del refinamiento del petróleo, se clasifican en ceras naturales que a su vez pueden ser vegetales, animales o minerales, y en sintéticas Morales (2015: p. 9).

1.8. Ceras naturales

Se llaman naturales las ceras de origen vegetal o animal. Estas ceras naturales se obtienen tras el procesado de aceites vegetales o animales con modificaciones selectivas.

Desde la antigüedad, las ceras han sido ampliamente utilizadas por el hombre, ya sea en el embalsamado de las momias, en pinturas rupestres y más recientemente, en las industrias textiles, de cosméticos y farmacéutica (Delange, 2006: pp. 23-33).

Las ceras cuticulares son compuestos hidrofóbicos que se caracterizan por ser mezclas complejas de hidrocarburos de cadena larga (>18 átomos de carbono). Son clasificadas de acuerdo con su posición en la cutina, la que se encuentra sobre esta, es la epicuticular y la que se encuentra embebidas en ella, es la intracuticular. Los principales componentes químicos de las ceras son los n-alcanos, ésteres, alcoholes y ácidos grasos de cadena larga en la epicuticular o ácidos grasos de cadena corta en la intracuticular. Cada clase de lípidos puede estar presente como una serie homóloga o como una cadena particular predominante (Jiménez et al, 2009: pp. 14-25).

1.9. Cera de laurel

Se ha reportado según análisis organolépticos que la cera es de color verde amarillento, olor a parafina, sabor dulce, textura suave ligeramente porosa y consistencia blanda. Además, contiene 5,80% de humedad, una densidad de 0,96 g/ml a 25 °C, con un punto de fusión de 39 °C inferido de análisis físico-químicos reportados, utilizando materia prima lijada (Hoyos y Cabrera, 1999: p. 36).

De 50 kilogramos de fruto, se obtiene en promedio 8,3 kilogramos de cera equivalente a 16,6%. La cantidad de cera que se obtiene de árboles que se encuentran a mayor altitud, es menor en comparación con la cantidad de cera recolectada de árboles que se encuentran en partes bajas (Castro y Ayala, 2011: pp. 1-29).

1.10. Usos e importancia del laurel de cera.

En Colombia, las hojas, tallos y raíces de esta especie son utilizados para el tratamiento de enfermedades nerviosas, laringitis aguda, ictericia, hemorragia uterina, leucorrea y diarreas; su consumo en dosis grandes produce vómito. La cera por su parte es un estimulante para las úlceras (Castro y Ayala, 2011: pp. 1-29).

El fruto posee usos industriales; la cera extraída es empleada en el proceso de fabricación de panela, en la elaboración de velas, betún, barniz, jabones, fundición de bronce y además es exportada a los Estados Unidos (Castro y Ayala, 2011: pp. 1-29).

Su madera es utilizada en la fabricación de cabos para herramientas y como combustible (Castro y Ayala, 2011: pp. 1-29).

1.11. Método de extracción: destilación con arrastre de vapor

La destilación con arrastre de vapor es el método más utilizado para obtener Aceites esenciales. Este es un proceso de separación en el que los componentes volátiles de la materia vegetal se evaporan mediante el uso de vapor del solvente (Casado, 2018: p. 84).

El proceso implica pasar una corriente de vapor a través de la materia prima para que lleve los aceites esenciales. Posteriormente, estos vapores se enfrían y condensan para producir un destilado líquido formado a partir de dos fases inmiscibles de agua y materia orgánica, que es un aceite esencial. Debido a la diferencia de densidad entre los dos, se pueden separar por decantación (Casado, 2018: p. 84).

En el método de destilación con arrastre de vapor, las materias primas y el solvente no se entran en contacto. El vapor utilizado para la destilación se genera externamente y se inyecta a través de la parte inferior del recipiente de destilación donde se encuentra el material vegetal (Casado, 2018: p. 84).

1.11.1. Descripción del equipo de extracción

1.11.2. Equipo de Soxhlet

El equipo Soxhlet tiene como función recircular los vapores condensados con ayuda de un sifón a la fuente de disolvente que se encuentra en evaporación continua, arrastrando consigo los principios activos de la materia prima contenida en los cartuchos desechables. La capacidad aproximada en un equipo de laboratorio es de 500 ml de volumen primario con una recirculación de 100 ml cada cinco minutos aproximadamente en estado estable. La velocidad de reflujo depende directamente de la eficiencia y el tamaño del condensador (Caldas, 2012: pp. 19-22).

La sustancia sólida se introduce en un cartucho poroso (generalmente hecho con papel de filtro, que permite al solvente entrar y salir reteniendo al sólido) que se coloca dentro del recipiente. Se adosa un balón a dicho recipiente donde se coloca el volumen de solvente que se utilizará en la extracción. Por el extremo superior del recipiente, se coloca un condensador. El solvente se calienta, los vapores ascienden por el tubo, condensan en el refrigerante y caen dentro del recipiente impregnando al sólido que se encuentra en el cartucho. EL recipiente se va llenando lentamente de líquido hasta que llega al tope del tubo y se descarga dentro del balón repite automáticamente hasta que la extracción se

completa. El solvente de extracción se evapora, recuperando así a la sustancia deseada (Caldas, 2012: pp. 19-22).

1.11.3. Características para la extracción con el equipo Soxhlet.

Para la extracción con el equipo Soxhlet se deben tener en cuenta: la selección del solvente, la matriz sólida y las condiciones de operación (Caldas, 2012: pp. 19-22).

1.11.4. Selección del solvente.

Según Caldas (2012: pp. 19-22) se debe seleccionar un solvente conveniente de tal forma que ofrezca el mejor balance de varias características deseables:

- Alto límite de saturación y selectividad respecto al soluto por extraer
- Capacidad para producir el material extraído con una calidad no alterada por la disolvente
- Estabilidad química en las condiciones del proceso
- Baja viscosidad, baja presión de vapor
- Baja toxicidad e inflamabilidad
- Baja densidad
- Baja tensión superficial
- Facilidad y economía de recuperación de la corriente de extracto
- Bajo costo

1.11.5. Solvente para extracción.

1.11.5.1. Hexano

El hexano es un hidrocarburo que se caracteriza por ser un compuesto orgánico cuya fórmula química condensada es C_6H_{14} . Se trata de un líquido incoloro, transparente, que no se puede mezclar con el agua. Presenta cinco isómeros, siendo el lineal uno de los hidrocarburos parafínicos más importantes de la industria e investigación (Bolívar, 2020).

Debido a su punto de ebullición y de fusión de 69 °C y -95.6 °C correspondientemente, el hexano se utiliza como solvente en el proceso de extracción de aceites vegetales, así como de lípidos y grasas presentes en aguas y suelos contaminados (Bolívar, 2020).

1.11.5.2. Etanol

El alcohol etílico también conocido como etanol, alcohol potable al 96%, alcohol vínico y alcohol de melazas, es un líquido incoloro y volátil de olor agradable su fórmula es: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ (Quimipur, 2017: pp. 1-5).

Debido a punto de fusión y ebullición de 81 °C y -117 °C respectivamente, se utiliza en la industria para obtener acetaldehído, vinagre, butadieno, Cloruro de etileno y nitrocelulosa, etc. Es ampliamente utilizado como solvente para síntesis de medicamentos, plásticos, barnices, perfumes, cosméticos, etc. También se puede utilizar en mezclas anticongelantes, utilizado como combustible, utilizado como conservante en cirugía y utilizado como materia prima en alimentos. Sintetiza y preserva muestras fisiológicas y patológicas. El llamado alcohol desnaturalizado consiste en etanol al que se le han añadido sustancias, Por ejemplo, metanol, isopropanol, incluso piridina y benceno. Estos compuestos desnaturalizados Son altamente tóxicos, por lo que no se debe consumir este tipo de etanol (Quimicaunam, 2016: pp. 2-5).

1.11.5.3. Éter dietílico

El éter dietílico, también llamado éter etílico o éter anestésico, es un líquido de color claro e incoloro con un olor dulce, este compuesto es obtenido como subproducto en la producción de etanol mediante la hidratación en fase de vapor de etileno con ácido fosfórico como catalizador. Se utiliza en la industria como anestésico, en explosivos, disolventes, para análisis químicos, perfumería, entre otros. Su fórmula semidesarrollada es $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$, tiene una densidad de 0,7134 g/cm³ en estado líquido, su masa molecular es 74,12 g/mol, su punto de fusión es de -116,3 °C (156,85 ° K) y su punto de ebullición es de 34,6 °C (307,75 ° K) (New Jersey Department of Health and Senior Services, 2007: p. 1; UNAM, 2011).

1.12. Método de extracción: Prensado

El prensado es una operación unitaria basada en la separación de líquidos en el sistema. El sólido-líquido de dos fases se comprime. La supresión es diferente de la filtración: la supresión aplica presión moviendo el muro de contención en lugar de bombear el material a un espacio fijo (Balboa, 2015: pp. 17-18).

1.12.1. Prensa para extracción

La prensa para extracción es un método utilizado en las fincas productoras de cera, consta de un tornillo que al girar presiona el costal que contiene los frutos de laurel contra la base de la prensa.

1.13. Descripción de métodos de análisis

1.13.1. Cromatografía

La cromatografía es un método de análisis que goza actualmente de resultados sumamente notables, y con ella se han obtenido todos los dominios de la química y tal vez de una manera más especial en los de la química biológica (Cordier, 1954: pp. 126-138).

1.13.2. Cromatografía en capa fina

La cromatografía en capa fina es una técnica cromatográfica en la cual se utiliza una placa cromatográfica inmersa verticalmente en un eluyente apolar; la placa cromatográfica consiste en una fase estacionaria polar (comúnmente se utiliza sílica gel) adherida a una superficie sólida. El eluyente debe ser un compuesto líquido apolar, generalmente orgánico (Pérez y Colcha, 2012: pp. 28-30).

1.13.2.1. Factor de retención

R_f es el registro, es una relación de distancias, y se define como: la relación de la distancia corrida por una mancha para la distancia corrida por el solvente.

El valor de R_f depende de las condiciones de funcionamiento de la muestra (adsorbente, tipo de eluyente y condiciones de la placa, Temperatura, vapor saturado, etc.). La reproducibilidad es de $\pm 20\%$, por lo que lo mejor es repetir la operación en la misma plancha de impresión (Hilario, et al. 2013).

1.13.3. Análisis Fitoquímico

El análisis fitoquímico tiene como objetivo determinar los metabolitos secundarios presentes en la especie vegetal a estudiar, por ejemplo, en las plantas medicinales, aplicando para ello una serie de técnicas de extracción, de separación y purificación y de determinación estructural (Quispillo, 2013: pp. 15-20).

1.13.4. Tamizaje Fitoquímico

El tamizaje fitoquímico o screening fitoquímico es una de las etapas iniciales de la investigación fitoquímica, que permite determinar cualitativamente los principales grupos químicos presentes en una planta y a partir de allí, orientar la extracción y/o fraccionamiento de los extractos para el aislamiento de los grupos de mayor interés (Quispillo, 2013: pp. 15-20).

El tamizaje fitoquímico consiste en la extracción de la planta con solventes apropiados y la aplicación de reacción de color y precipitación. Debe de permitir la evaluación rápida, con reacciones sensibles, reproducibles y de bajo costo. Los resultados del tamizaje fitoquímico constituyen únicamente en una orientación y debe de interpretarse en conjunto con los resultados del screening farmacológico (Quispillo, 2013: pp. 15-20).

1.13.5. Metabolitos secundarios

Las plantas tienen la capacidad de producir sustancias que no son esenciales para su supervivencia, este aspecto metabólico distingue el reino animal del vegetal. A esas sustancias se les denomina metabolitos secundarios, los animales superiores raramente los producen, si acaso pueden ser encontrados ocasionalmente en insectos y otros invertebrados (Miño, 2007: p. 174).

Por tanto, además de los principales metabolitos de las plantas como carbohidratos, aminoácidos, ácidos grasos, poliaminas, citocromos, clorofila e intermedios metabólicos de vías anabólicas y catabólicas, también producen metabolitos secundarios, es decir, sustancias que no parecen estar directamente involucradas en el crecimiento, desarrollo o incluso que sea necesario para la vida de un organismo como tal, pero proporcionar al individuo que los produce la ventaja de responder a los estímulos ambientales (Miño, 2007: p. 174).

El metabolismo secundario implica procesos químicos exclusivos de una planta determinada, y estos procesos químicos no son comunes. El metabolismo es una reacción química que conduce a la formación de productos naturales. Algunas partes de esta química son comunes a muchas plantas o familias de plantas diferentes, pero en la actualidad, la química de los productos naturales suele ser diferente de una planta a otra. Los precursores químicos comunes pueden conducir a resultados diferentes (Miño, 2007: p. 174).

1.13.5.1. Saponinas

Son impurezas naturales, solubles en agua y tienen propiedades típicas de formación de espuma después de agitar la solución acuosa que las contiene. Tienen propiedades diuréticas, digestivas, antiinflamatorias, expectorantes y antimicrobianas, y suelen tener propiedades antiprotozoarias. Son ubicuos en las partes subterráneas de las plantas y su actividad biológica se atribuye a la combinación de saponinas con colesterol y otros esteroides en las membranas celulares, lo que provoca su inestabilidad, lisis y muerte celular (Gómez, 2010: p. 167).

1.13.5.2. Grupos Fenólicos

Son los compuestos más simples, que consisten en anillos fenólicos sustituidos. Tienen una importante actividad fisiológica debido a sus propiedades antisépticas. Pequeñas dosis de hidroquinona, timol (este último también es un antihelmíntico), eugenol (también un anestésico local), apiol es un acelerador, anetol tiene un efecto mineralizador y antidiarreico, y una pequeña dosis de El sistema nervioso central (SNC) es tóxico. El tetrahidrocannabinol tiene efectos alucinógenos, antihelmíntico polifenol de helecho (Gómez, 2010: p. 167).

1.13.5.3. Flavonoides

Son pigmentos casi universales en vegetales. Son solubles en agua y son responsables del color de flores, frutos y hojas. Generalmente son moléculas en las que dos anillos de benceno están conectados por una cadena de tres átomos de carbono, dado que cada anillo de benceno tiene 6 átomos de carbono, el autor simplemente se refiere a ellos como compuestos C₆C₃C₆. La principal actividad de los flavonoides es la actividad intravenosa, es decir, puede reducir la permeabilidad de los capilares y aumentar la resistencia. Atribuido a sus efectos antibacterianos, antiinflamatorios y antiespasmódicos

(Miño, 2007: p. 174).

1.13.5.4. Terpenos

Conocido por los nombres de terpenos o isoprenoides. Un grupo de sustancias que componen una de las sustancias. El grupo fitoquímico más extenso. Estos compuestos tienen una fuente común de biosíntesis, aunque Estructuras químicas completamente diferentes, todas provienen de la condensación del isopreno (2-metil-1,3-butadieno), que es un hidrocarburo con 5 átomos de carbono. Terpenos encontrados principalmente en alimentos verdes, en productos derivados Soja y granos (López y Amaya, 2012: p. 81-91).

1.13.5.5. Alcaloides

Los nombres de los compuestos nitrogenados heterocíclicos también consisten en carbono e hidrógeno, muchos de los cuales transportan oxígeno, lo que les confiere una variedad de propiedades físicas (sólido, cristizable) y rara vez contiene azufre. Se sintetizan a partir de aminoácidos y tienen un sabor amargo, son solubles en etanol, éter, cloroformo o hexano, pero difícilmente solubles en agua. Las actividades biológicas de los alcaloides son muy extensas, pero su función en las plantas no está muy clara y suelen localizarse en los tejidos circundantes. El mecanismo de acción de los alcaloides parece ser a través de la inserción entre la pared celular y el ADN microbiano (Gómez, 2010: p. 167).

1.13.6. Caracterización Física

1.13.6.1. Cualitativa

En sentido amplio, puede definirse la metodología cualitativa como la investigación que produce datos descriptivos (Castaño y Quecedo, 2002: pp. 5-40). En el caso de las ceras los datos a tomar en cuenta son:

1.13.6.2. Aspecto

El aspecto de una cera está ligado al estado de solidificación es decir que podemos encontrar ceras en

su fase líquida, sólida, semisólida.

1.13.6.3. Color

El color de una cera natural está dado de acuerdo con las tinciones que contiene la planta, Es una sustancia que contiene colorante capaz de dar color a células, tejidos, fibras.

1.13.6.4. Olor

El olor de la muestra es un punto de referencia muy importante para caracterizar la presencia de una cera determinada, como la de abeja o la de carnauba, así como para poner de manifiesto determinadas impurezas, como la colofonia, sebo y aceites rancios.

1.13.6.5. Textura

La textura de la cera hace referencia a la sensación que produce al tacto, la clasificación de la textura depende del tamaño y visibilidad que se tiene de los componentes que la constituyen, y así podemos encontrar texturas gruesas, medias y finas.

1.13.6.6. Solubilidad

La solubilidad es un concepto físico que mide la capacidad máxima para disolverse un soluto en un disolvente determinado y a una temperatura determinada (Rojo, s. f).

1.13.6.7. Cuantitativa

La investigación cualitativa trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones, su estructura dinámica. La investigación cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables. La investigación cualitativa evita la cuantificación. Los investigadores cualitativos hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas (Fernández y Díaz, 2002).

1.13.6.8. Densidad

La densidad es una propiedad de cualquier sustancia, y en cualquier estado de la materia, que nos permite distinguir e identificar distintas sustancias. De ahí que sea una propiedad característica de la sustancia independiente de la cantidad de materia que tengamos de dicha sustancia. El símbolo utilizado para representar la densidad es ρ , y expresa la cantidad de masa que existe en un determinado volumen de esa sustancia, dicho de otro modo, representa el grado de compactación de esa sustancia (Rojo, s. f).

La densidad se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{m(g)}{v(ml)}$$

Fuente: Hernández, 2014.

Donde:

p = densidad de la cera (g/ ml)

m = masa de la cera (g)

v = volumen desplazado (ml)

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.

2.2. Localización del sitio de investigación

La presente investigación se realizó en el laboratorio de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con material vegetativo obtenido del sector de Palictahua situado en la parroquia El Altar, cantón Penipe, provincia de Chimborazo.

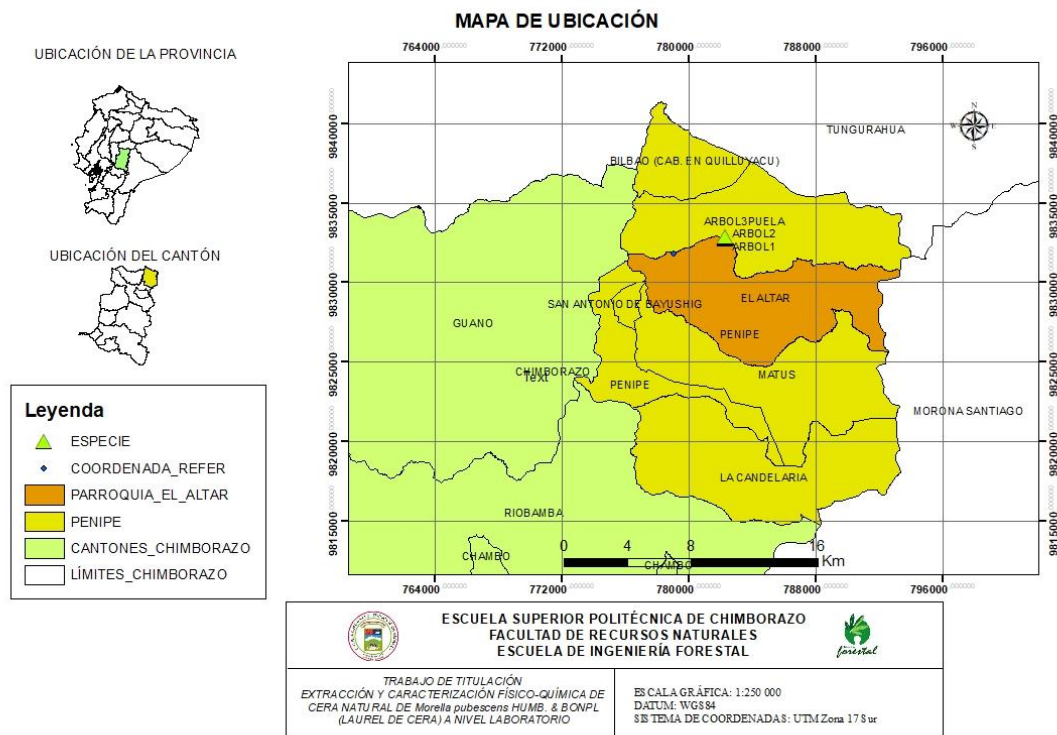


Figura 1-2: Ubicación del material vegetativo.

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

2.2.1. Ubicación geográfica

Región: Sierra

Coordenadas UTM

Este (X)= 782294,819

Norte (Y)= 9832778,59

Altitud: 2 569 msnm

2.3. Identificación del material vegetativo

Se identificó una rama fértil (en etapa de floración y fructificación), después se procedió a recolectar muestras botánicas de *Morella pubescens* Hum & Bonpl (laurel de cera) se etiquetó y prensó para conservarla, la respectiva identificación se realizó por el Ingeniero Jorge Caranqui. Botánico responsable del Herbario institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH-CHEP, además se utilizó herramientas virtuales como la página virtual del Herbario Institucional de la ESPOCH-CHEP, el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador y la página trópicos.org.

2.3.1. Recolección del componente vegetal

Una vez identificada la especie se continuó con la fase de recolección de los frutos y semillas de *Morrella Pubescens* Hum & Bonpl (Laurel de cera) en el sector de Palictahua situado en la parroquia El Altar en el cantón Penipe, provincia de Tungurahua.

2.4. Diseño experimental

2.4.1. Tipo de diseño experimental

Para el presente estudio se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con pruebas de Tukey al 5%, el análisis de varianza se realizó en los datos obtenidos de la extracción de cera realizada con el método de Soxhlet con diferentes solventes.

2.4.1.1. Especificación del campo experimental

Número de tratamientos: 3

Número de repeticiones: 3

Número de unidades experimentales: 9

2.5. Materiales y equipos.

2.5.1. Materiales de campo

- Bolsas de papel
- Masking
- Marcador

2.5.2. Materiales y Equipo de laboratorio

- Probetas de madera (10x10cm x2mm)
- Soxhlet
- Equipo de destilación
- Prensa de extracción
- Sistema de riego
- Refrigerante en espiral
- Codos
- Pipetas
- Vaso de precipitación
- Reverbero
- Embudo de vidrio
- Soporte universal
- Pinzas
- Probetas 50 ml y 100 ml
- Caja Petri
- Tubos de ensayo

- Papel filtro
- Cámara cromatográfica
- Equipo de protección personal (Guantes, Gafas, Mandil)
- Lija #120
- Brocha

Reactivos

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| • Hexano (C_6H_{14}) | V = 500ml |
| • Éter butilglicol ($C_6H_{14}O_2$) | V = 500ml |
| • Éter dietílico ($C_2H_5)_2O$ | V = 500ml |
| • Etanol (C_2H_5OH) | V = 500ml |
| • Ácido acético (CH_3COOH) | V = 5 ml |
| • Cloroformo ($CHCl_3$) | V = 10 ml |
| • Ácido sulfúrico vainillina | V = 5ml |
| • Agua destilada | V = 10 ml |
| • Cloruro férrico ($FeCl_3$) | V = 2ml |
| • Ácido clorhídrico (HCl) | V = 0,5ml |
| • Solución de Dragendorff | V = 0,5 ml |
| • Limaduras de magnesio | m = 0,2 g |
| • Yodo (I_2) | m = 1g |

2.5.3. *Materiales de oficina*

- Computadora
- Impresora (Epson)
- Hojas de papel bon
- Lápiz
- Libreta
- Calculadora

2.6. Metodología

2.6.1. Para cumplir con el primer objetivo: Extraer la cera de Laurel a partir de los frutos de la planta de Laurel de cera *Morella pubescens* Humb & Bonpl por diferentes métodos de Laboratorio.

*2.6.1.1. Recolección de semillas de *Morella pubescens* Hum & Bonpl. en campo*

Una vez obtenido las semillas de *Morella pubescens* Hum & Bonpl. se examinó y se separó manualmente materiales extraños, deteriorados, enfermos o contaminados. La muestra de semillas una vez examinadas se las colocó en bolsas de papel debidamente etiquetadas con fecha de recolección y selladas con masking hasta llegar al lugar donde se procedió a realizar la extracción. Las semillas maduras y que expulsan exudados de color violeta fueron utilizados.

2.6.1.2. Extracto étereo (éter butilglicol $C_6H_{14}O_2$)

Se realizó mediante el método de maceración, se pesó 150 g de semillas seleccionadas y se colocaron en el frasco de vidrio con tapa, después se maceraron con éter butilglicol como disolvente hasta que se obtuvo una mezcla homogénea, aproximadamente se maceró por 48 horas, el extracto obtenido se colocó en un frasco de vidrio hermético para después utilizarlo para la determinación de metabolitos secundarios.

2.6.1.3. Extracción de cera por método de Soxhlet.

- Tipo de solvente o Solventes para extracción con Soxhlet

Para la extracción se utilizaron tres solventes hexano, etanol (alcohol potable al 96%), y éter dietílico. Los solventes fueron elegidos para comparar el rendimiento de extracción de cera de *Morella pubescens* utilizando el método de Soxhlet.

- Extracción Soxhlet

Este método se lo realizó con tres repeticiones para las cuales el tamaño de la muestra fue de 12,85 g, una vez pesada la muestra se la colocó en el equipo Soxhlet y se adicionó el solvente. Para comenzar la extracción se abrió la llave de agua para que circule el refrigerante y se conectó el equipo a una fuente de calor permanente con una temperatura controlada, el solvente subió como vapor hacia el condensados y después cayó sobre el cartucho que contiene a las semillas impregnándolas, la cámara del Soxhlet se llenó lentamente hasta llegar al tope y se descargó dentro del balón esmerilado.

Este proceso se lo repitió hasta que se produjo 10 sifonadas, en el momento que se cumplió el tiempo necesario se apagó el equipo hasta que se enfrió, después con ayuda de una pinza se extrajo el cartucho. Para separar el solvente de la cera se realizó una destilación. Una vez obtenida la cera libre del solvente se la pesó y guardó en una caja Petri debidamente etiquetada, después se guardó en un lugar oscuro para evitar la incidencia de la luz debido a que puede deteriorar la cera.

2.6.1.4. Extracción con prensa

Para la extracción con prensa se pesó 12,85 g de semillas seleccionadas anteriormente, luego se trituraron y calentaron a baño maría (durante 40 minutos aproximadamente) hasta que se observó que la muestra se encontraba blanda, después se colocó en papel filtro y se prensó por 30 minutos.

2.6.2. Para cumplir con el segundo objetivo: Analizar la composición físico-química la cera extraída a partir de *Morella pubescens* Humb & Bonpl

2.6.2.1. Caracterización química (tamizaje fitoquímico)

Para la determinación de los metabolitos secundarios en el extracto etéreo preparado de los frutos de *Morella pubescens* Hum & Bonpl., se realizaron las siguientes pruebas cualitativas como menciona Miranda (2006):

- Saponinas (Ensayo de espumas)

Para determinar la presencia de saponinas, en un tubo de ensayo se colocó 2 ml del extracto ceroso y se añadió 2 ml de agua destilada, se mezcló fuertemente durante 5 minutos y se observó si existía presencia de espuma en la superficie de más de 2 mm de altura y con persistencia de más de dos minutos para considerarlo positivo.

- Grupos fenólicos (Ensayo de Cl_3Fe)

Para determinar la presencia de grupos fenólicos, en un tubo de ensayo se colocó 3 gotas de cloruro férrico Cl_3Fe 5% en solución salina fisiológica (cloruro de sodio al 0.9% en agua), 2 ml de agua destilada y 2 ml de extracto ceroso, después se esperó 2 minutos y se observó si presenta una coloración rojo-vino, que determina positivo para fenólicos en general, una coloración verde intensa, que determina taninos tipopirocatecólicos, o una coloración azul, que determina taninos tipopirogalotánicos.

- Flavonoides (Ensayo de Shinoda)

Para determinar la presencia de flavonoides en un tubo de ensayo se diluyó 1 ml de ácido clorhídrico concentrado y un pedacito de cinta de magnesio metálico, después de la reacción se esperó por 5 minutos y se añadió 1 ml de extracto ceroso, se mezcló las dos fases y se dejó reposar hasta que se separen, se observó si presenta una coloración amarilla, naranja, carmelita o roja intensa para considerarlo positivo para flavonoides.

- Terpenos (Ensayo de Liebermann-Burchard)

En un tubo de ensayo se colocó 2 ml del extracto ceroso como la alícuota no se encuentra en cloroformo se evaporó el solvente en baño de agua y el residuo se disolvió en 1 ml de cloroformo después se adicionó 1 ml de anhídrido acético y se mezcló bien, por la pared del tubo de ensayo se deja resbalar 2 a 3 (0,5 ml aproximadamente) gotitas de ácido sulfúrico-vainillina sin agitar. Inmediatamente se observó si presentaba una coloración rosada-azul, verde intenso-visible con una coloración al final verde-oscuro para considerar positivo para terpenos.

- Alcaloides (Ensayo de Dragendorff)

Para determinar la presencia de alcaloides en el extracto etéreo, en un tubo de ensayo se colocó 2 ml del extracto ceroso, a la alícuota se le añade 1 gota de ácido clorhídrico concentrado (se calentó suavemente y se dejó enfriar hasta acidez) con la solución ácida se realizó el ensayo colocando 3 gotas de solución de Dragendorff y se esperó durante 2 minutos. Después se observó si hay opalescencia se considera (+), turbidez definida (++) o precipitado coposo (+++).

2.6.2.2. *Cromatografía en capa fina a la cera obtenida por el método de soxhlet*

El eluyente que se utilizó para la cámara cromatográfica estuvo compuesto de hexano, éter de petróleo y ácido acético a razón de (7:3:0,2) ml. La mezcla se introdujo en la cámara cromatográfica hasta una altura aproximada de 1 cm, después se cerró el recipiente de vidrio y se dejó reposar. Se utilizaron placas de sili cagel (Baker-flex Aluminum Oxide IB-F de 20x20 cm), en ellas se midió 1 cm del extremo de la placa hacia el centro, después se midió 0,5 cm del costado de la placa hacia el centro y con ayuda del capilar se colocó las muestras de cera extraídas con hexano y etanol previamente diluidas con cloroformo.

Además, se utilizaron muestras de aceite puro de oliva y Sacha Inchi como patrones cromatográficos para poder compararlos con las muestras diluidas de la cera extraídas tanto con hexano como con etanol, en la placa se colocaron las muestras dejando un intervalo de 0,5 cm entre cada una de ellas. Después se sumergió la placa lista en la cámara cromatográfica, una vez que se realizó el recorrido se sacó la placa y se dejó reposar durante 5 minutos.

Para el revelado de las placas se utilizó dos métodos, el primero con cámara de yodo y el segundo con ácido sulfúrico-vainillina; para el revelado con cámara de yodo se introdujo la placa en la cámara hasta que el recorrido que presentaba la placa se tornó de color amarillo, después se utilizó como revelador el ácido sulfúrico-vainillina, el cual se aplicó con un atomizador sobre la placa y se la calentó por aproximadamente 10 minutos a 101 °C hasta que el recorrido que presentaba la placa se tornó de color morado.

Para calcular los R_f se utilizó la relación de la distancia recorrida por una mancha para la distancia recorrida por el eluyente.

$$Rf = \frac{x}{s}$$

Fuente: Braithwaite, 1985.

x= la distancia medida desde el origen hasta el centro de la mancha

s= la distancia que media desde el origen hasta el frente del disolvente

2.6.2.3. *Caracterización física*

2.6.2.4. *Cualitativa*

Las características cualitativas que se determinó fueron las siguientes:

- **Aspecto:** por medio del sentido del tacto y la vista se determinó el estado de la cera de *Morella pubescens*.
- **Color:** con ayuda de la tabla de Munsell como lo menciona Domínguez (2012: p. 148) se determinó el color de la cera de *Morella pubescens*, comparando la muestra de cera con la tabla.
- **Olor:** se determinó el olor calentando la muestra hasta que desprendió su aroma, mediante el sentido del olfato se determinó si es aromático, astringente, fragante y dulce.
- **Textura:** se determinó por medio del sentido del tacto y la vista, si es gruesa, media o fina.

2.6.2.5. *Cuantitativa*

- Densidad

El valor de la densidad se determinó mediante el método de Arquímedes, citado por Falco et al. (2001: p. 1), que consistió en pesar un tubo de ensayo que contenga 100 ml de agua y añadir 1,5 g de cera de *Morella pubescens* que posteriormente se pesó, se observó la cantidad de agua desplazada lo que determinó el volumen.

- Solubilidad

Se colocaron tres muestras de cera en tres tubos de ensayo en cada uno se colocaron 0,5 g de cera y 15 ml de cloroformo, éter y cetona, después se calentó hasta su punto de ebullición y se dejó en reposo, se observó que en la parte superior de la mezcla se formó una sola fase en donde se visualizó que la cera se fundió formando una capa sólida y homogénea.

2.6.3. Para cumplir el tercer objetivo: Probar la eficacia de aplicación de la cera sobre superficies porosas de origen vegetal.

Se obtuvo 3 muestras de madera seca con humedad aproximada de 10% a 18% de dimensiones 10x10 cm x 4 mm como lo determina Cruz de León (2010: p.58), la muestra se limpió y pulió con una lija número 220. Se diluyó 3 g de cera obtenida de *Morella pubescens* y se colocó en una caja Petri, después se la calentó a baño maría, como lo menciona Pila (2010: p.61), hasta obtener una consistencia líquida.

Se la aplicó con un pincel sobre la probeta de madera pulida en el sentido de la veta, se dejó que absorba la cera y se extendió los sobrantes hasta obtener una superficie homogénea, se dejó secar por aproximadamente una hora. Una vez seca la cera se determinó la cantidad de cera de *Morella pubescens* que se necesitaría en un metro cuadrado, su brillo, penetración a la madera y la absorción de la cera en la probeta.

Se midió la penetración de la cera en la probeta de madera, se utilizó una cinta métrica y se determinó según las normas UNE EN 56.416:88 (Cruz de León, 2010: p. 70) si la penetración fue superficial, con una profundidad de impregnación de 3 mm, profundidad media, si no es inferior a 3 mm (si no llega al 75% de la superficie tratada) y profunda, si fue mucho mayor al 75% de la superficie.

Se determinó la absorción de la cera en la probeta de madera por medio de diferencia de pesos, peso inicial (P_i) y peso final (P_f) sobre el volumen inicial (V_i) de cada pieza impregnada, expresada en g/cm^3 (Cruz de León, 2010: p. 75). Determinada por la siguiente fórmula:

$$A = \frac{Pf - Pi}{Vi}$$

Fuente: Cruz, 2010.

A= Absorción

Pi= peso inicial g

Pf= peso final g

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.2. Extracción por el método de Soxhlet con hexano como solvente

La (Tabla 1-3), presenta los resultados obtenidos de la extracción por método de Soxhlet utilizando hexano, una vez realizado el arrastre y destilación muestra valores de extracción de cera de 3,51 g dando como rendimiento promedio de 27,37%.

Tabla 1-3: Datos obtenidos con el equipo de soxhlet y solvente hexano.

Muestra	Peso de la muestra seca (g)	Peso del balón de vacío (g)	Peso de la caja Petri (g)	Peso del balón con la cera (g)	Peso de la caja Petri con cera (g)	Peso de la cera (g)	Rendimiento (%)
n1	12,85	162,75	7,88	166,28	11,39	3,51	27,31
n2	12,85	163,70	7,88	167,22	11,38	3,50	27,23
n3	12,85	162,77	7,90	166,31	11,42	3,52	27,39
Promedio						3,51	27,31

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

En la (Gráfica 1-3), se puede observar que tanto en la repetición uno como en la dos y tres se obtuvieron valores de extracción de 3,51 g, 3,50 g y 3,52 g con un rendimiento del 27, 31%, 27,23% y 27,39% respectivamente, estos resultados obtenidos se pueden comparar con los obtenidos por Schinas et al. (2017: p. 7), con un rendimiento del 23,3% que es similar, aunque no provienen de la misma fuente de materia prima los porcentajes de rendimiento son una fuente de comparación útil sabiendo que se utiliza en ambos estudios hexano como solvente. Deswarte et al. (2006) citado por Athukorala y Mazza (2010: p. 552) cree que el hexano es el mejor disolvente dando un rendimiento de cera aproximado del 70% del extracto total con respecto a otros disolventes. Schina et al. (2017: p. 7) citado por Angarita (2019: p. 89) manifiesta que también se obtuvieron valores de rendimiento que oscilan entre 43,04% y 44,04% de aceite esencial de durazno.

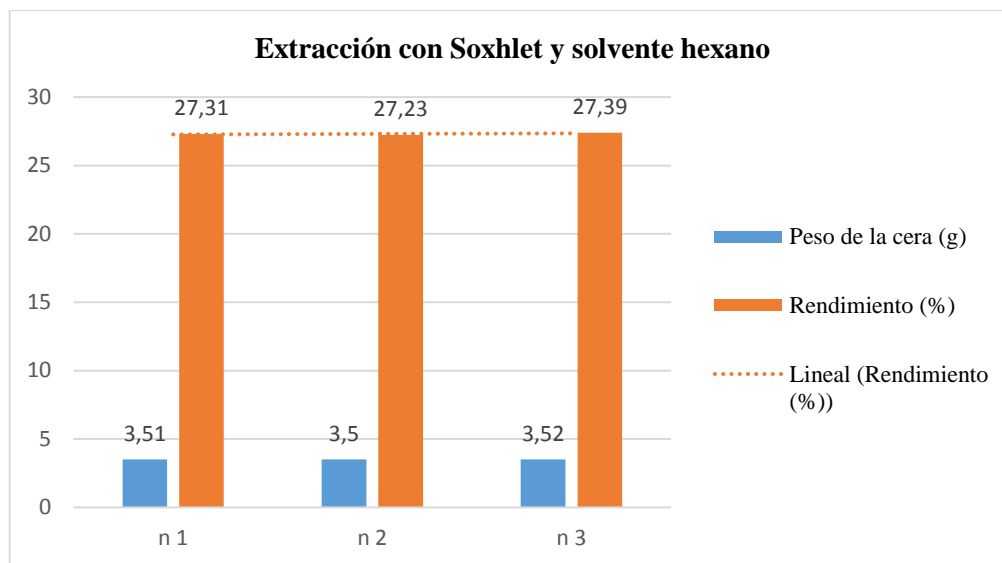


Gráfico 1-3: Datos obtenidos de la extracción con Soxhlet y solvente hexano.

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

3.3. Extracción por el método Soxhlet con etanol como solvente

La (Tabla 2-3) presenta los resultados obtenidos de la extracción por método de Soxhlet y el solvente etanol, una vez realizado el arrastre y destilación muestra valores de extracción de cera de 1,48 g dando como rendimiento promedio de 11,51%.

Tabla 2-3: Datos obtenidos con el equipo de Soxhlet y solvente etanol.

Muestra	Peso de la muestra seca (g)	Peso del balón de vacío (g)	Peso de la caja Petri (g)	Peso del balón con la cera (g)	Peso de la caja Petri con cera (g)	Peso de la cera (g)	Rendimiento (%)
n1	12,85	163,81	7,88	165,31	9,36	1,48	11,51
n2	12,85	163,78	7,88	165,26	9,34	1,46	11,36
n3	12,85	162,95	7,88	164,37	9,38	1,50	11,67
					Promedio	1,48	11,51

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

En la (Gráfica 2-3), se puede observar que los resultados obtenidos con el método de extracción soxhlet y solvente etanol en las tres repeticiones son de 1,48 g, 1,46 g y 1,50 g con un rendimiento de 11,51%, 11,36% y 11, 67% respectivamente. Debido a que no se encontró mucha información de

extracción de cera de *Morella pubescens* con etanol ya que es un proceso que se está empezando a estudiarse. Los estudios realizados por Usaquén y Zafra (2018: p. 62-90) obtuvieron valores de rendimiento de 11,39%, 15,55% y 12,07% teniendo como promedio un 13% de la extracción de aceite esencial de mango con etanol, además, menciona que el olor del aceite esencial no era el deseado porque no poseía un olor agradable sin embargo menciona que entre los dos solventes que utilizaron el etanol presentaba las mejores características.

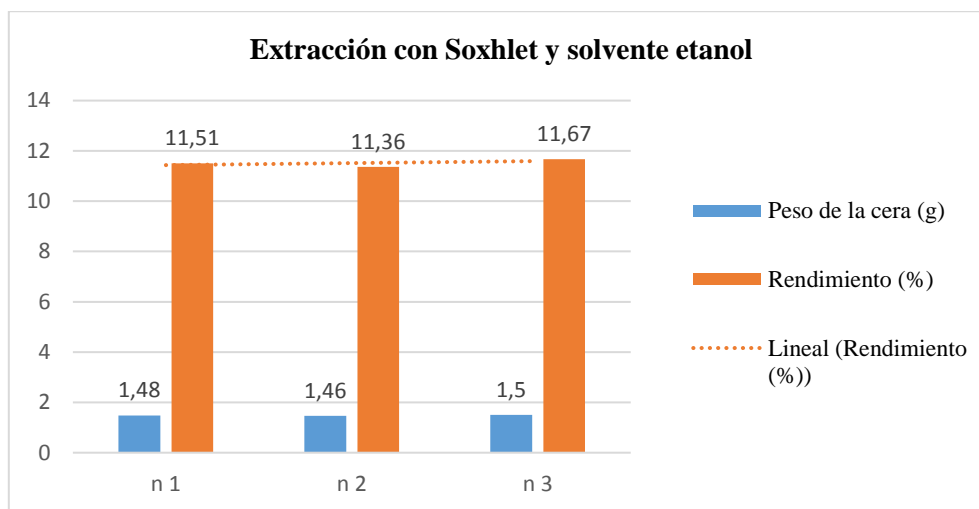


Gráfico 2-3: Datos obtenidos de la extracción con Soxhlet y solvente etanol.

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

Angarita (2019: p. 130) determinó que los mejores resultados que se obtuvieron con el método de Soxhlet con los solventes etanol y hexano obteniendo un rendimiento de 54% y 16,8% con un tiempo de extracción de 4 horas siendo el mejor el solvente hexano, lo que concuerda con los resultados obtenidos en el estudio, con rendimientos de 27,31% con hexano y 11,51% con etanol siendo el hexano el que obtuvo el mejor rendimiento.

3.4. Extracción por el método de Soxhlet con éter dietílico como solvente

El éter dietílico es ampliamente utilizado como disolvente, es utilizado para la extracción de principios activos de tejidos vegetales debido a que se elimina fácilmente (UNAM, 2011 citado por Valencia, 2018: p. 20). La (Tabla 3-3) presenta los resultados obtenidos con el equipo de Soxhlet y el solvente éter dietílico, una vez realizado el arrastre y destilación muestra valores de extracción entre

3,5g y 3g dando como rendimiento promedio de 25,60%, Valencia (2018: p. 36) menciona que obtuvo un 55,1%, de la extracción de aceite esencial de las semillas de *Moringa oleífera Lam*, con el método de Soxhlet y éter dietílico como disolvente.

Tabla 3-3: Datos obtenidos con el equipo de Soxhlet y el solvente éter dietílico.

Muestra	Peso de la muestra seca (g)	Peso del balón de extracción (g)	Peso de la caja Petri (g)	Peso de la caja Petri con cera (g)	Peso de la cera (g)	Rendimiento (%)
n 1	12,85	163,81	7,88	11,38	3,5	27,24
n 2	12,85	163,78	7,88	10,88	3	23,35
n 3	12,85	162,95	7,88	11,25	3,37	26,23
				Promedio	3,29	25,60

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

En la (Gráfica 3-3), se puede observar los resultados obtenidos con el equipo de Soxhlet y éter dietílico, se observa que en las tres repeticiones existió variabilidad en los resultados teniendo en la repetición uno (n1) 3,5 g con un rendimiento de 27,24%, en la repetición dos (n2) 3 g con un rendimiento de 23,85% y en la repetición tres (n3) 3,37g con un rendimiento de 26,23%, esto puede atribuirse a que el éter dietílico es un compuesto no polar o incluso por fallas técnicas al momento de realizar la extracción.

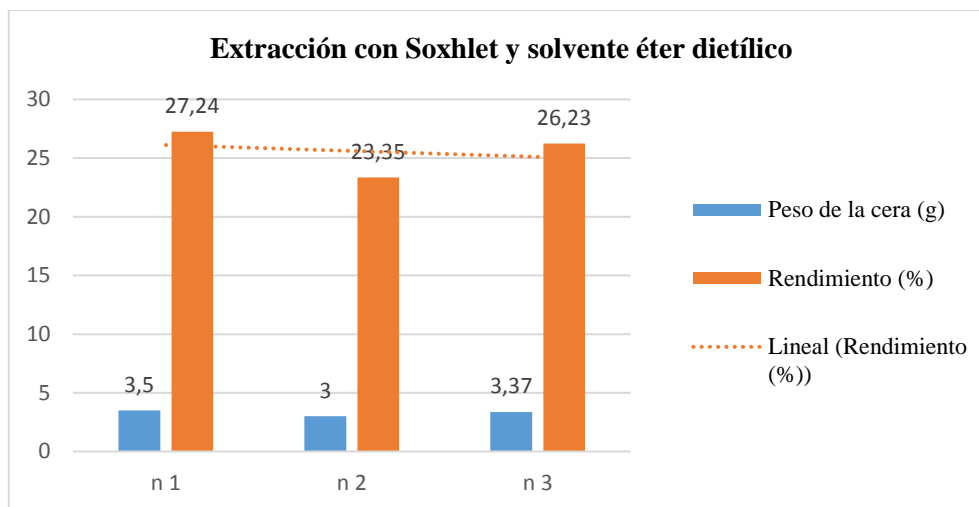


Gráfico 3-3: Datos obtenidos de la extracción con Soxhlet y éter dietílico.

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

Hoyos (1995: p. 48) manifiesta que obtiene 8,3 kg de cera de *Morella pubescens* con un rendimiento de 16,6% mediante extracción con prensa y Andando por Bogotá (2018) menciona que obtiene el 20% de rendimiento con 10 kg de cera lo que concuerda con lo obtenido en este estudio, debido a que con el método de Soxhlet con el solvente hexano, etanol y éter dietílico se obtuvo un rendimiento de 27,37%, 11,51% y 25,60% respectivamente. Pero en este estudio los resultados de la extracción de cera con prensa no fueron los esperados.

3.5. Caracterización química (Tamizaje fitoquímico)

Muestra la presencia de metabolitos secundarios, siendo los grupos fenoles y terpenos los únicos presentes en la cera de *Morella pubescens*.

Tabla 4-3: Análisis de tamizaje fitoquímico.

Tamizaje fitoquímico del extracto etéreo		
Ensayo	Cera	Metabolitos
Ensayo de espumas	-	Saponinas
Ensayo de Cl ₃ Fe	+	Grupo Fenólicos
Ensayo de Shinoda	-	Flavonoides
Ensayo de Liebermann-Burchard	+	Terpenos
Ensayo de Dragendorff	-	Alcaloides

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

En las ceras y aceites esenciales es común encontrar terpenos debido a que estos compuestos proporcionan el color y olor característico que poseen (Ávalos y Pérez, 2009: p. 17), además, la presencia de los grupos fenólicos indica que la cera puede contener propiedades antioxidantes o también según Acosta et al. (2003) citado por (Alvarado et al., 2010: p. 380) el aceite esencial de *O. basilicum* L. (Albahaca) y *O. gratissimum* L. (Albahaca de clavo) posee en su composición compuestos fenólicos los que se los atribuye la actividad antibacteriana característica de estos aceites esenciales, pero en la cera de *Morella pubescens* no se encontró flavonoides que son compuestos que se encuentran presentes en las plantas dando pigmento a algunos vegetales (Dominguez, 1973; Dominguez y Dominguez, 1976 citado por Alvarado et al., 2010: p. 434), ni tampoco saponinas o alcaloides.

3.6. Cromatografía

El aceite de oliva y de sacha Inchi han presentado con resultados cromatográficos como lo menciona Paucar et al. (2015: p. 288) la presencia de compuestos insaturados en un 70 a 80% por lo que se ha utilizado como referencia para comparar con la cromatografía de la cera de *Morella pubescens*. El aceite de oliva y de sacha Inchi se utilizó como referencia de compuestos grasos en donde estos presentan compuestos insaturados al comparar las manchas cromatográficas presentadas por la cera de *Morella pubescens* extraídas con hexano dan un total de 5 manchas mientras que con la cera extraída con etanol dan una coincidencia de 3 manchas con respecto a los de referencia (Tabla 5-3), se puede discernir que es una cera que podría contener los mismos compuestos insaturados presentes en el aceite de oliva y de sacha Inchi.

Tabla 5-3: Compuestos revelados de cera de *Morella pubescens* y su recorrido.

Compuesto existente	M 1 (cm)	Rf	M 2 (cm)	Rf	M 3 (cm)	Rf	M 4 (cm)	Rf
1	0,1	0,0154	0,1	0,0154	0,1	0,0154	0,1	0,0154
2	1,7	0,2615	1,0	0,1538	0,3	0,0462	0,2	0,0308
3	2	0,3077	2,3	0,3538	0,6	0,0923	0,4	0,0615
4	4,1	0,6308			1,4	0,2154		
5					4,8	0,7385		

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

M 1 = Muestra de aceite de oliva.

M 2 = Muestra de aceite de Sacha Inchi.

M 3 = Muestra de cera de *Morella pubescens* extraída con hexano.

M 4 = Muestra de cera de *Morella pubescens* extraída con etanol.

Distancia del corrido = 6.5 cm.

Rf = Distancia de corrido del compuesto sobre la distancia de corrido del solvente.

3.7. Características físicas de la cera de *Morella pubescens*

3.7.1. Cualitativas

La (Tabla 6-3), muestra las características cualitativas de la cera de *Morella pubescens* siendo el color y olor las más representativas, lo que concuerda con lo mencionado por Hoyos y Cabrera (1999) citado por Castro y Ayala (2011: p. 16) según el análisis de las características cualitativas realizadas, determinó que el color de la cera obtenida de *Morella pubescens* es verde amarillento con una textura determinada como suave y un olor a parafina.

Tabla 6-3: Características cualitativas de cera de *Morella pubescens*.

Cualitativa	
Aspecto	Sólida
Color	HUE 5Y 7/8 amarillo
Olor	Fragante característico
Textura	Fina

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

Se podría afirmar que el color es comparable con las presentadas por otras ceras como la de Carnauba y la de Candelilla refinada como menciona Morales (2015: p.28) donde se muestra que el color de la cera de Carnauba es amarillento tendiendo a un color azufre a negra y la de la Candelilla es de color parda oscura a verdosa o incluso amarillo pálido como lo menciona Montoya (2019: p.24). La cera de *Morella pubescens* posee un aspecto sólido parecido al presentado por la cera de Carnauba que es la más dura presente en el mercado que ha temperatura ambiente posee un ligero aroma a heno

3.7.2. *Cuantitativas*

3.7.2.1. *Densidad*

La (Tabla 7-3), muestra la densidad de la cera de *Morella pubescens*, la cual presenta valores que oscilan entre 0,936 y 0,938 g/ml. Según Hoyos (1995: p. 52) su densidad es de 0,92 g/ml que se asemeja a la determinada para otras ceras obtenidas como la mencionada por Herrera (2018) que en su investigación de la cera de la candelilla se determinó una densidad de 0,95 g/cm³, Hoyos y Cabrera (1999) citado por Castro y Ayala (2011: p.16) menciona que la densidad determinada en su estudio para la cera es de 0,96 g/ml a 25 °C, lo cual concuerda con el resultado obtenido para *Morella pubescens*.

Tabla 7-3: Característica cuantitativa de *Morella pubescens*.

Cuantitativa				
Masa de cera (g)	Vol. Inicial ml	Vol. Final ml	Vol. Desplazado ml	Densidad g/ml
1,5	100	101,5	1,6	0,938
1,47	100	101,47	1,57	0,936
1,51	100	101,51	1,61	0,938

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

En él (Gráfico 4-3), se observan los valores de densidad de la cera de *Morella pubescens*, mediante la gráfica de barras se muestra la masa y densidad, en donde los valores de la densidad obtenidos en las tres repeticiones, (n1) 0,938 g/ml, (n2) 0,936 g/ml y (n3) 0,938 g/ml, son similares lo que determina que se realizó correctamente la obtención de la densidad.

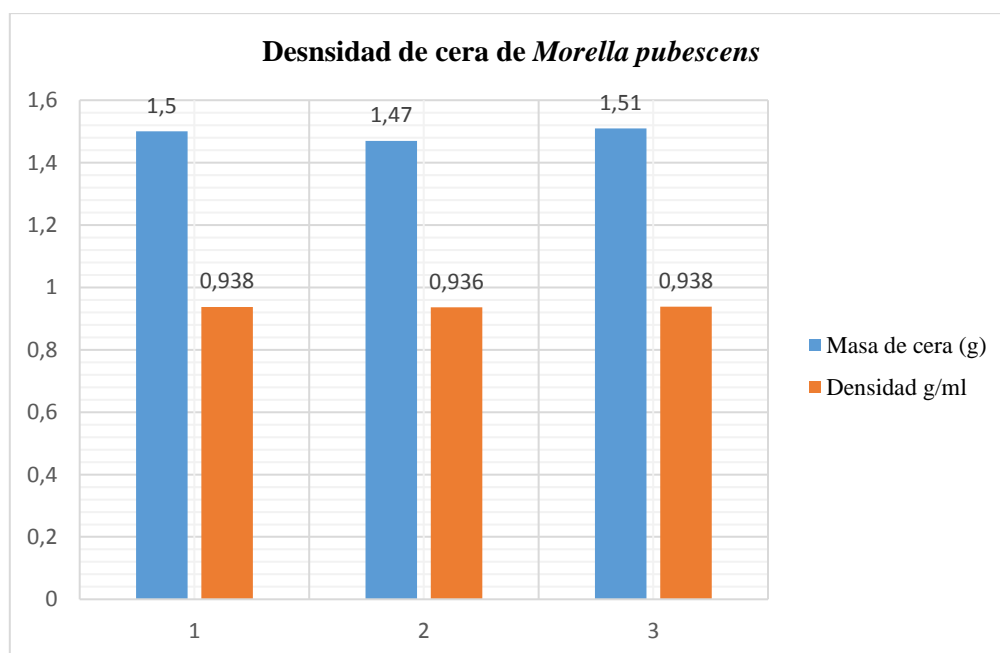


Gráfico 4-3: Densidad de cera de *Morella pubescens*.

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

3.7.2.2. Solubilidad

La cera de *Morrellia pubescens* fue soluble en cloroformo, éter y cetona lo que demuestra que esta cera es soluble en solvente no polares al igual que la cera de Carnauba es soluble en la mayoría de los disolventes no polares al igual que la cera de Candelilla, a diferencia de la cera de Carnauba y *Morella pubescens* la Candelilla es soluble en disolventes orgánicos polares también (Montoya, 2019: p. 23-24).

3.8. Eficacia de la aplicación de la cera de *Morella pubescens*

La (Tabla 8-3), muestra la cantidad de cera de *Morella pubescens* utilizada en la probeta de madera de 10 cm², se utilizó 0,7 ml lo que representa un valor de 70 ml por metro cuadrado. Presentó un brillo bajo con respecto a la presentada por el barniz ya que el barniz logra un gran brillo al pulirse y cierto grado de impermeabilización dependiendo del tipo de barniz que se use (Rodríguez, 2013: p. 164).

Tabla 8-3: Cantidad de cera utilizada en m².

Probeta	Tamaño de la probeta (m ²)	Cera utilizada (ml)	Cera requerida para 1 m ² en ml
1	0,01	0,7	70
2	0,01	0,7	70
3	0,01	0,7	70

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

Conocer la penetración o la profundidad a la que se introduce la cera nos ayuda a conocer el grado de protección que brinda a la probeta de madera (Cruz de León, 2010: p. 70), esta protección puede ser combinada con otras sustancias que además de repeler el agua ayudan a proteger la madera del ataque de diferentes agentes patógenos (Rosato y Traversa, 2017: p. 36), los resultados obtenidos en la aplicación de cera de *Morella pubescens* en las probetas de madera muestran una penetración de 1 mm que se lo determina como superficial según las normas UNE EN 56.416:88 citado por Cruz de León (2010: p.70) y una absorción de la madera de 0,025 g/cm³ (Cruz, 2010) estos dos parámetros muestran que la protección de la madera que brinda la cera es baja con respecto a otros productos como la laca, además se ha demostrado que en la conservación de un material como la madera no se puede garantizar un porcentaje de penetración total ni un porcentaje de protección de la misma (Diaz, 2010: p. 7).

3.9. Análisis estadístico

En el análisis de varianza para la cantidad obtenida de cera con el método de extracción con Soxhlet con diferentes solventes se encontraron diferencias significativas para las medias en los resultados obtenidos, con un coeficiente de variación de $CV=3,78$ y un p-valor menor al 0,05 ($p=0,0001$), se detalla en el (ANEXO I).

Tabla 9-3: Separación de medias según Tukey al 5%.

Solvente	Medias	n	E.E	
Hexano	3,51	3	0,09	A
Éter dietílico	3,29	3	0,09	A
Etanol	1,48	3	0,09	B

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

En la (Tabla 9-3) podemos observar los resultados de la prueba de Tukey al 5%, donde existen dos grupos, en el grupo A se ubicó el solvente hexano y éter dietílico, en el grupo B se ubicó el solvente etanol. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), como resultado de la prueba de Tukey 5% se observa que los resultados obtenidos con diferentes solventes no presentan diferencias significativas entre el solvente hexano y éter dietílico, mientras que entre éter dietílico y etanol presentan diferencias significativas. Se puede determinar que con el solvente hexano se obtuvo mayor cantidad de cera que con los otros solventes.

Tabla 10-3: Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks (modificado).

Variable	n	Media	D.E.	W*	P(Unilateral D)
RDUO Peso (g)	9	0,00	0,13	0,86	0,1630

Realizado por: Rodríguez Almeida, Edwin, 2022.

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) donde se determinó que $p(\text{Unilateral D})$ es de 0,1630 que es mayor a $> 0,05$ como se observa en la (Tabla 10-3), es decir que los datos siguen normalidad.

CONCLUSIONES

- La presente investigación acepta la hipótesis nula porque es posible extraer cera de *Morella pubescens* utilizando diferentes métodos de laboratorio. Se obtuvo cera natural de *Morella pubescens* mediante diferentes procesos de laboratorio, la extracción con equipo de Soxhlet utilizando hexano, etanol y éter dietílico como solventes, mostraron un rendimiento de 27.31 %, 11.51% y 25,60%, siendo la extracción con hexano el mejor rendimiento obtenido con respecto a los otros dos solventes, por otro lado, la extracción con prensa mostro resultados no favorables en esta investigación.
- Los grupos fenólicos y terpenos son los únicos identificados en el tamizaje fitoquímico realizado al extracto etéreo obtenido de los frutos de *Morella pubescens* lo que determina que en su composición posee bajo contenido de metabolitos secundarios. Al hacer el análisis cromatográfico en placas de sílica gel y compararlos con dos aceites de referencia se pudo determinar que posiblemente la cera que se obtuvo podría contener compuestos insaturados.
- Una vez realizado el análisis físico podemos identificar las características cualitativas más relevantes de la cera extraída, siendo el color y olor las más representativas, el color verde amarillento y su olor fragante característico que presenta la cera muestra la presencia de compuestos insaturados.
- La densidad de la cera de *Morella pubescens* fue de 0,937 g/ml en promedio, valores que son similares a los de la cera de la candelilla y de otras ceras vegetales obtenidas en diferentes estudios. Por otro la cera de laurel de cera fue soluble en cloroformo, éter y cetona lo que determina que probablemente la cera es soluble en compuestos no polares.
- En cuanto a la eficacia de la aplicación de la cera de *Morella pubescens* en las probetas de madera se determinó que su brillo y penetración es bajo, su penetración fue de 1 mm y su absorción de 0.025 g/cm³, lo que muestra que no proporciona una buena protección para la superficie de la madera.

RECOMENDACIONES

- La época de recolección del fruto varía de acuerdo la altitud, por lo que se sugiere recolectar la semilla una vez que este deje de desprender su tinta color morado.
- Realizar investigación donde se analice la extracción con solvente apolares como éter de petróleo debido a que las ceras son solubles en estos compuestos y puede o no mostrar valores de rendimientos más altos que los obtenidos.
- Prepara varias placas cromatográficas para obtener una mejor visualización de la cantidad de compuestos que presenta la cera de *Morella pubescens*.
- Para determinar la presencia de compuestos orgánicos se indica revelar la placa cromatográfica, con ácido sulfúrico-vainillina concentrado y calentar hasta el oscurecimiento de las manchas.

GLOSARIO

Cromatografía: es un método físico de separación para la caracterización de mezclas complejas, está conformada por un conjunto de técnicas basadas en el principio de retención selectiva cuyo objetivo es separar los distintos componentes de la mezcla, permitiendo identificar y determinar las cantidades de dichos componentes (Corzo, 2019: p. 9).

Disolventes: son un grupo de sustancias de amplio uso, que se utilizan para disolver, diluir y extraer otras sustancias (Gadea et al., 2007: p. 7-9).

Extracción: es una técnica empleada para separar un producto de una mezcla de reacción o para aislar sus fuentes naturales, se la puede definir como la separación de un componente de la mezcla por medio de un disolvente (Aguado, 2013; p.1).

Extracto etéreo: lo llaman también como gas crudo, está constituido por lípidos libres, aquellos que pueden ser extraídos por los disolventes menos polares como petróleo y éter dietílico de ahí su nombre extracto etéreo (Colindres y Recinos, 2013: p. 52).

Extracto: son preparados concentrados de consistencia sólida, líquida o intermedia, derivados de material vegetal. Se dividen según su consistencia y concentración de principio activo en extractos fluidos, secos, blandos y los crioextractos (Carrión y García, 2010: p. 30).

Maceración: es un proceso de extracción sólido-líquido. La materia prima posee una serie de compuestos solubles en el líquido extractante que son los que se pretende extraer (Romero, 2013: p. 33).

Madera: también llamado como xilema o leño es la parte sólida de los árboles por debajo de la corteza, es el conjunto de elementos lignificado, es heterogéneo y anisotrópico con propiedades diferentes dependiendo de la dirección que se considere (Giménez et al., 2005; p. 1).

Organoléptica: Son aquellas descripciones de las características físicas según puedan percibir los sentidos, su estudio es importante en las ramas de la ciencia en que es habitual evaluar inicialmente las características de la materia sin ayuda de instrumentos científicos (Romero, 2013: p. 130).

Retención: es la cantidad de sustancia que permanece finalmente en la madera (Cruz, 2010)

BIBLIOGRAFÍA

ANDANDO POR BOGOTÁ. *Obtención de cera de Laurel, en el Sur de Colombia* [blog]. Colombia: Andando por Bogotá, 2018. [Consulta: 10 enero 2021] Disponible en: http://andandoporbogota.blogspot.com/2018/03/obtencion-de-cera-del-laurel-en-el-sur_17.html

ANGARITA, M. Obtención de aceite esencial de semilla de durazno por método Soxhlet y Arrastre de vapor (Trabajo de Titulación). (Grado) Fundación Universidad de América, Facultad de Ingenierías, Programa de Ingeniería Química. (Bogotá-Colombia). 2019. pp. 16-161.

AGUADO, R. Operaciones Básicas de Laboratorio, Química Inorgánica. Universidad de Burgos, [en línea], 2013. pp. 1-5. [Consulta: 23 septiembre 2021]. Disponible en: <https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259.3/62/20.3%20-%20Extracci%F3n%201%EDquido-1%EDquido.pdf;jsessionid=27EE54C845F0148ED3C8AF7455F62C5B?sequence=3>.

ARANGO, O., HURTADO, A., CASTILLO, P. y SANTACRUZ, M. Estudio de las condiciones de extracción por arrastre con vapor del aceite esencial de laurel de cera (*Morrellia pubescen*). *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, [en línea], 2009. vol. 7, pp. 40-48. [Consulta: 23 noviembre 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S16935612009000200006&script=sci_arttext

ATHUKORALA, Y.; & MAZZA, G. Supercritical carbon dioxide and hexane extraction of wax from triticale straw: content, composition and thermal properties. *Industrial Crops and Products*, vol. 31 (2010), pp. 550-556.

BALBOA, N. Determinación de pérdidas de aceite del proceso de prensado en la extracción de aceite en alcopalma.s.a. Trabajo. [en línea], 2015. pp. 17-18. [Consulta: 10 enero 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4582/1/T-UCE-0017-124.pdf>

BRAITHWAITE, A. *Métodos cromatográficos*, 1ª ed. Londres: ED. Chapman & Hall, 1985. pp. 216-272.

BOLÍVAR, G. Hexano (C₆H₁₄): propiedades físicas y químicas, estructura, usos, toxicidad - Lifeder. [en línea], 2020. [Consulta: 23 noviembre 2020]. Disponible en:

<https://www.lifeder.com/hexano/>.

CABRERA, L. y CRISTINA, G. La investigación participativa sobre laurel de cera (*Morella pubescens*), una estrategia de educación ambiental en la zona andina del departamento de Nariño - Colombia. [en línea], 2006. pp. 7-12.[Consulta: 27 noviembre 2020]. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2006_02laurel_tcm30-163679.pdf

CALDAS, A. Optimización escalamiento y diseño de una planta piloto de extracción sólido líquido. [en línea], 2012. pp. 19–22. [Consulta: 9 enero 2021]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2468/1/tq1111.pdf>.

CARRIÓN, A; GARCÍA, C. Preparación de extractos Vegetales: Determinación de Eficiencia de Metodica (Trabajo de Titulación). (Grado) Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Bioquímica y Farmacia. (Cuenca-Ecuador). 2010. pp. 4-107.

CASADO, I. Optimización de la extracción de Aceites Esenciales por destilación en Corriente de Vapor. [en línea], *Universidad Politécnica de Madrid*, 2018. vol. 1, pp. 84. [Consulta: 27 noviembre 2020]. Disponible en: http://oa.upm.es/49669/1/TFG_IRENE_CASADO_VILLAVERDE.pdf

CASTAÑO, C. y QUECEDO, M. Introducción a la metodología de investigación cualitativa. [en línea], *Revista de psicodidáctica*, 2002 vol. 14, no. 14, pp. 5–40. [Consulta: 27 noviembre 2020]. ISSN 1136-1034. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17501402>

CASTRO, G. y AYALA, R. Optimización de técnicas para la pre-germinación del laurel de cera (*Morella pubescens* H y B ex Willdenow). [en línea], 2011. pp. 1–29. [Consulta: 27 noviembre 2020]. Disponible en: http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/818/3/03_FOR_187_TESIS.pdf.

COLINDRES, M y RECINOS, H. Determinación del Análisis Fitoquímico Preliminar y Proximal de las Flores y Tallo Joven de *Yucca guatemalensis* (IZOTE) y *Rytidostylis gracilis* (COCHINITO) (Trabajo de Titulación). (Grado) Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. (San Salvador-El Salvador). 2013. pp. 31-134.

CORDIER, M. La cromatografía y sus aplicaciones a la biología. [en línea], 1954. *Anales de medicina y cirugía*, vol. 34, no. 106, pp. 126–138. ISSN 2339-9899. [Consulta: 13 diciembre 2020]. Disponible en: www.raco.cat ›

CORZO, A. *Cátedra de química orgánica y biológica, Técnica de Análisis en Química Orgánica CROMATOGRAFÍA*. 1 ed. Santiago del Estero-Argentina: Universidad Nacional de Santiago del Estero-UNSE, Facultas de Ciencias Forestales, 2019. ISBN 978-987-1676-86-6, pp. 1-53.

CRUZ DE LEÓN, J. Manual para la protección contra el deterioro de la madera. Michoacán, Morelia-México: CONAFOR, Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico, Gerencia de Desarrollo y Transparencia de Tecnología, 2010. pp. 8-90.

DELANGE, D. Obtención y determinación de ácidos grasos de muy elevada masa molecular. *Revista CENIC. Ciencias Químicas* [en línea], 2006. vol. 37, no. 1, pp. 23–33. ISSN 1015-8553. [Consulta: 28 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1816/181620524007.pdf>

FALCO, J. et al. Método de Arquímedes para determinar densidades. Análisis gráfico de resultados experimentales [en línea]. 2001, pp. 1-4. [Consulta: 3 marzo 2021]. Disponible en: https://www.fisicarecreativa.com/informes/infor_mecanica/densidades_udesa1.pdf.

FAO. EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES MUNDIALES 2010 TÉRMINOS Y DEFINICIONES [en línea]. 2010. [Consulta: 3 marzo 2021]. Disponible en: www.fao.org/forestry/es.

FERNÁNDEZ, P. y DÍAZ, P. Investigación: Investigación cuantitativa y cualitativa Investigación cuantitativa y cualitativa. [en línea], 2002, [Consulta: 23 noviembre 2020]. Disponible en: www.fisterra.com.

GADEA, R. et al. Sustitución de sustancias disolventes peligrosas, Guía para delegados y delegadas de Prevención. Madrid-España: Paralelo Edición, SA, 2007. pp. 5-72.

GIMÉNEZ, Ana María; et al. *Anatomía de la madera*, Segunda edición. Santiago del estero: Universidad Nacional de Santiago del Estero, 2005. ISBN 978-987-1676-08-8, pp. 1-78.

GÓMEZ, C. Antimicótica de los extractos de *Myrciantes hallii* (arrayán), *Amaranthus asplundii* (ataco), *Peperomia peltigera* (pataku yuyo), especies reportadas en peguche – imbabura, sobre *Streptococcus mutans*, *Klebsiella pneumoniae*, *Candida albicans* causantes de infecciones. *Repositorio Espe*

[en línea], 2010. pp. 167. [Consulta: 3 marzo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/586/T-ESPE-029608.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

HERNÁNDEZ, L. Diseño y puesta en marcha de un procedimiento para certificación de líquidos con patrones de densidad mediante el empleo del método de pesadas hidrostáticas, utilizando un sólido patrón de masa y volumen conocidos (Trabajo de Titulación). (Grado) Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química. (San José-Costa Rica). 2014. pp. 1-91.

HERRERA, D. Ceras Naturales: Vegetales y Animales [en línea]. 2018. [Consulta: 3 marzo 2021] Disponible en: <http://siwaxgroup.com/wp-content/uploads/2018/07/ceras-naturales.pdf>

HILARIO, I., JUAN, A., LAGUNA, F. y LARIOS GABRIELA,. Cromatografía en Placa Fina. [en línea]. 2013 [Consulta: 15 marzo 2021]. Disponible en: <https://quimicahidrocarburos.wordpress.com/2013/09/18/cromatografia-en-placa-fina/>.

HOYOS, J.M. y CABRERA, G.C.L. *Guía para el cultivo, aprovechamiento y conservación del Laurel de cera Myrica pubescens H.&B. ex Willdenow. Convenio Andrés Bello. Santafé de Bogotá, Colombia.* [en línea], 1999. pp. 2-15. [Consulta: 23 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.libriadelau.com/guia-para-el-cultivo-aprovechamiento-y-conservacion-del-laurel-de-cera-myrica-pubescens-h-b-ex-willdenow-convenio-andres-bello-9789586980005-agropecuario/p>

HOYOS, J. Estudio Agroeconomico del Laurel (*Myrica pubescens*) en la Zona norte del Departamento de Nariño. *Revista de Ciencias agricolas*, vol. 13 (1995), (Colombia) pp. 47-62.

JIMÉNEZ, P., CARVALLO, R., GONZÁLEZ, L., SOTELO, M. y BÁEZ, S. Composición Química de las ceras cuticulares del fruto de *Mangifera indica* L. *Rev Iber Tec Postcosecha*. [en línea], 2009. vol. 10, no. 1, pp. 14–25. [Consulta: 26 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/813/81315095004.pdf>

LEONOR, N., GASCA, C., ERAZO, G. y RODRÍGUEZ, V. Ministerio de comercio industria y turismo artesanías de colombia acabados naturales para madera-informe final. [en línea], 2014. pp. 5. [Consulta: 23 noviembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.artesaniadescolombia.com.co/bitstream/001/3207/1/INSTD%202014.%20173.pdf>

f.

LÓPEZ, N. y AMAYA, A., 2012. Artículo de Revisión Propiedades beneficiosas de los terpenos iridoides sobre la salud Beneficial health properties of iridoids terpenes. [en línea], 2012. *Nutr. clín. diet. hosp.* vol. 32(3), pp.81-9.1[Consulta: 28 febrero 2021]. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/101431/1/terpenos%20iridoides.pdf>

LOZANO, P. Especies forestales arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador. *Ministerio del Ambiente de Ecuador-MAE* [en línea], 2015. pp. 174. [Consulta: 23 noviembre 2020]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>.

MIÑO, G. Investigación fitoquímica e identificación de principios activos en seis especies del género *Baccharis*. [en línea], 2007. pp. 174. [Consulta: 15 enero 2021]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/1226>.

MONTOYA, A. Formulación de Emulsiones Naturales de Aceites y Ceras en Agua (Trabajo de Titulación). (Grado) Universidad Politécnica de Cartagena, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial. (Cartagena-España). 2019. pp. 5-96.

MUÑOZ, J. *Estudio agroeconómico del laurel (mvrca nubescens) en la zona norte del departamento de Nariño.* [en línea], 1995. vol. 13, pp. 47-54. [Consulta: 23 noviembre 2020]. Disponible en: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1174/1408>

PAUCAR, Luz. et al. Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis l.*), aceite de oliva (*Olea europaea*) y aceite crudo de pescado. *Scientia Agropecuaria*, vol. 6, n° 4 (2015), (Perú) pp. 279-290.

PÉREZ, E. y COLCHA, S. *Determinación de compuestos carbónicos en muestras de lavado o aspirado gástrico mediante el método de cromatografía de capa fina, que ingresan al laboratorio de química forense del departamento de criminalística de la policía judicial de Chimborazo duran.* [en línea], 2012. pp 28-30 [Consulta: 15 diciembre 2020]. ISBN 0604919530. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/1019/1/UNACH-EC-LAB.CLIN-2012-0006..pdf>

PILA, C. Estudio de las reacciones en la intercara cera cerámico y su influencia en los acabados en

las piezas en bronce obtenidas por el método a la cera perdida y, obtención de la imagen de la mascota de la Ingeniería Mecánica en bronce por el mismo método (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica. (Quito-Ecuador). 2010. pp. 2-86.

QUIMICAUNAM. Hoja de seguridad XII Etanol. [en línea], 2016. pp. 2–5. [Consulta: 7 febrero 2021]. Disponible en: <https://quimica.unam.mx/wp-content/uploads/2016/12/12etanol.pdf>

QUIMIPUR. FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD ALCOHOL ETÍLICO 96° 1. IDENTIFICACION DE LA SUSTANCIA Y DE LA SOCIEDAD: 1.1 Identificador del producto ALCOHOL ETÍLICO 96° Etanol. [en línea], 2017. pp. 1-5. [Consulta: 7 febrero 2021]. Disponible en: <https://quimipur.com/pdf/alcohol-etilico-96.pdf>

QUISPILO, J. Tesis de grado. *Separación, purificación y posible identificación de metabolitos secundarios del Escobillón Rojo (Callistemon speciosus)* [en línea], 2013. vol. 31. pp. 15-20 [Consulta: 15 diciembre 2020]. ISSN 0120-4157. DOI 10.7705/biomedica.v31i0.530. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3097/1/56T00409.pdf>

RODRÍGUEZ, O. Manual de madera y carpintería para la integración a la arquitectura (Trabajo de titulación), (Licenciatura) Universidad Nacional Autónoma de México. (México), 2013. pp. 1-166.

ROMERO, C. Elaboración de maceración y mistelas con especies vegetales disponibles en la provincia del azuay (Trabajo de Titulación). (Grado) Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias de la Hospitalidad, Carrera de Gastronomía. (Cuenca-Ecuador). 2013. pp. 2-168.

ROSATO, V. y TRAVERSA, L. *Bioalteración, Protección de Maderas*. 1ª ed. La Plata-Argentina: Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinado para la Investigación Tecnológica-LEMIT, 2017. ISBN 978-987-3838-08-8, pp. 7-95.

ROJO, J. Densidad y Solubilidad . [en línea].SF. [Consulta: 24 noviembre 2020]. Disponible en: [https://www.profesorjrc.es/apuntes/3 eso/densidad-solubilidad.pdf](https://www.profesorjrc.es/apuntes/3%20eso/densidad-solubilidad.pdf).

SCHINAS, P. et al. Converting Apricot Seed Oil (*Prunus Armeniaca*) and Peach Seed Oil (*Prunus Persica*) into Biodiesel. *SF J Biofuel Bioenerg*, vol. 1, n° 1 (2017), (Greece) pp. 1-9.

USAQUÉN, M. y ZAFRA, M. Evaluación del Proceso de Obtención de Aceite Esencial de Semilla de Mango a Nivel Laboratorio (Trabajo de Titulación). (Grado) Fundación Universidad de América, Facultad de Ingenierías, Programa de Ingeniería Química. (Bogotá-Colombia). 2018. pp. 4-117.

VALENCIA, M. Métodos de extracción de aceite esencial de la semilla de Moringa (*Moringa oleifera*) (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Licenciatura de Ciencias Agrícolas con Énfasis en Cultivos Tropicales. (Escuintla-Guatemala). 2018. pp. 1-40.

ANEXOS

ANEXO A: IDENTIFICACIÓN REALIZADA CON trópicos.org

Tropicos
Home Nombres Especímenes Referencias Proyectos Imágenes Más Tools


Inicio > Búsqueda de Imagen > Morella pubescens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur

Neill - 17762 - Ecuador

Detalle

Nombre	Morella pubescens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	Fotógrafo	David Neill
Especímen	Neill, David Alan - 17762	Source	
Short Description	Lower with leaves	Ubicación	Cerro Abitagua, Llanganates National Park, Tungurahua, Ecuador
Long Description		Fecha	Sept 2013
Tipo de Imagen	Photo (general)	Contacto	
Código de Barras		Nota	
Derecho de Autor	MBG	Additional Info Url	
License			

View Fullscreen | Download Image



ANEXO B: IDENTIFICACIÓN REALIZADA MEDIANTE EL HERBARIO VIRTUAL

Bienvenidos a la base de datos del Herbario de la ESPOCH

Aquí podrá visualizar todos los datos del espécimen seleccionado que se encuentran reposando en nuestro herbario institucional.

Datos de Especimen Detallado	
Number Id	2697
Index	ESPOCH
Collector Number	851
Family	Myricaceae
Taxon	Morella pubescens
Author	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur
Determined By	J.Caranqui(CHEP),2002
Country	Ecuador
Province	Chimborazo

HERBARIO ESPOCH

Encuétranos: Planta Baja del Edificio de la DBRAI (Biblioteca Central).

Responsable:

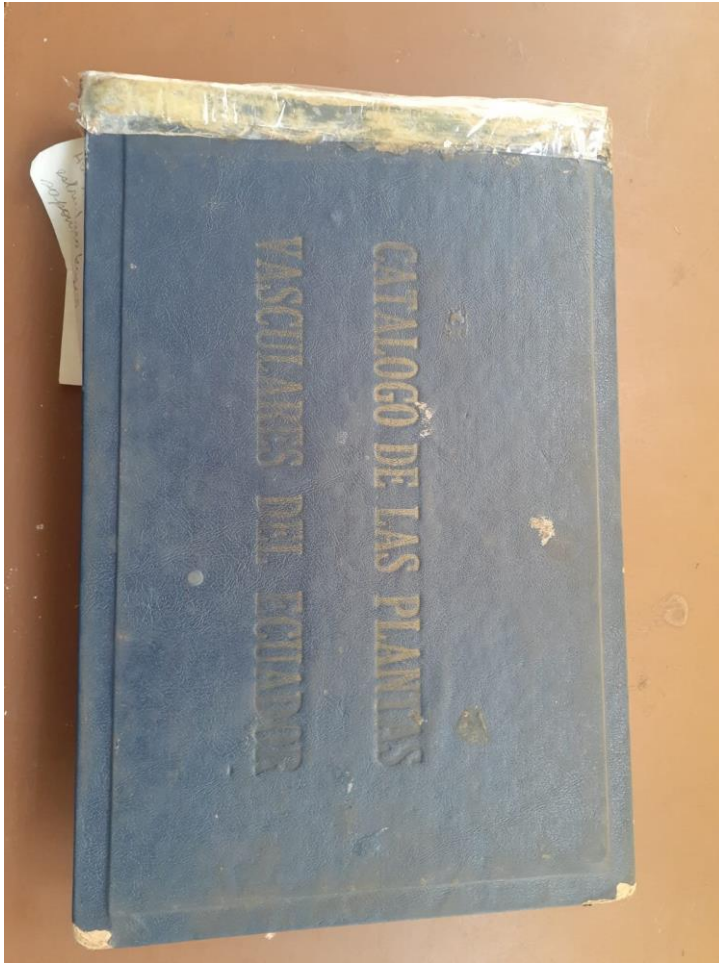
Ing. Jorge Caranqui
herbario_fm@esPOCH.edu.ec

Lunes a Viernes
07:30 a 16:30 pm.

DBRAI:
direcciondbrai@esPOCH.edu.ec



ANEXO C: IDENTIFICACIÓN REALIZADA MEDIANTE EL CATÁLOGO DE PLANTAS VASCULARES DEL ECUADOR



ANEXO D: LABORES REALIZADAS EN CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE FASE DE CAMPO



Obtención de muestras botánicas



Obtención de muestras para extracción de cera



ANEXO E: EXTRACCION DE CERA DE *Morella pubescens* CON PRENSA.

REGISTRO FOTOGÁFICO DE FASE DE LABORATORIO



Muestras trituradas de *Morella pubescens*



Prensa para extracción



Extracción de cera de *Morella pubescens*.



ANEXO F: EXTRACCIÓN POR ARRASTRE EQUIPO DE SOXHLET.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE FASE DE LABORATORIO



Equipo Soxhlet



Descarga de la cámara del equipo Soxhlet



Equipo de destilación






Extracion del solvente con el equipo de destilación


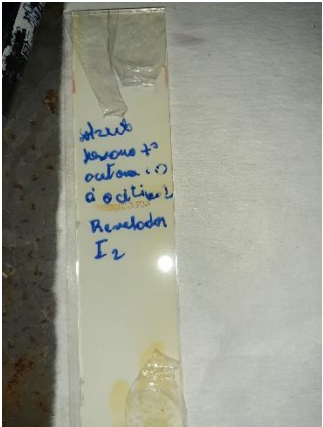

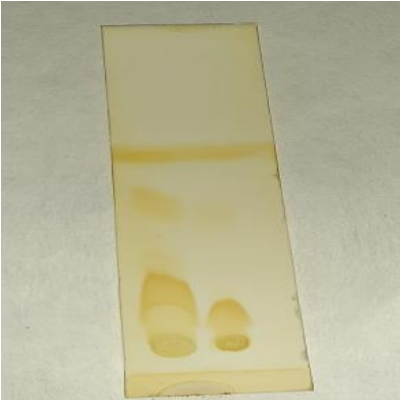



Recolección de cera obtenida con hexano en una caja petri



<p>Pesado de cera obtenida con etanol</p> 	<p>Pesado de cera obtenida con hexano</p> 	<p>Pesado de cera obtenida con éter butilglicol</p> 
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ANEXO G: CROMATOGRAFÍA

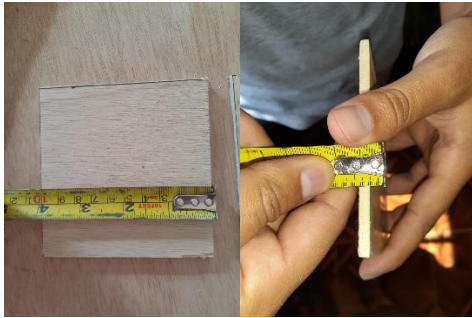
<p align="center">REGISTRO FOTOGRÁFICO DE FASE DE LABORATORIO</p> 	
	<p>Cromatografía</p> 
<p>Cromatografía realizada a la cera extraída</p> 	<p>Cromatografía, revelado con ácido sulfúrico-vainillina y calor</p> 

ANEXO H: EFICACIA DE LA CERA DE *Morella pubescens* EN PROBETAS DE MADERA

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE FASE DE LABORATORIO



Dimensionado de probetas de madera



Lijado de probetas de madera



Calentado de cera a baño maría



Aplicación de la cera en la probeta



ANEXO I: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY AL 5%

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso (g)	9	0,98	0,98	5,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,45	2	3,72	164,72	<0,0001
Solvente	7,45	2	3,72	164,72	<0,0001
Error	0,14	6	0,02		
Total	7,58	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,37662

Error: 0,0226 gl: 6

Solvente	Medias	n	E.E.	
Hexano	3,51	3	0,09	A
Eter dietilico	3,29	3	0,09	A
Etanol	1,48	3	0,09	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO J: PRUEBA DE SHAPIRO-WILKS (MODIFICADO)

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Peso (g)	9	0,00	0,13	0,86	0,1630