

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO
AMBIENTE.



TITULO

Rendimiento y caracterización del aceite esencial de palo santo
(*Bursera graveolens*) obtenidas de ramas terminales y frutos
aplicando dos métodos de extracción.

Tesis

Para optar el título profesional de ingeniería forestal y medio
ambiente

Autor

Br. Ramirez Cespedes Maryuri Yane

Tumbes - 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO
AMBIENTE



TITULO

Rendimiento y caracterización del aceite esencial de palo santo
(*Bursera graveolens*) obtenidas de ramas terminales y frutos
aplicando dos métodos de extracción.

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. Cruz Cerro Gerardo Juan F.
(presidente)

Dra. Niquen Inga María Isabel
(secretario)

Dr. Herrera Palacios Eber Leopoldo
(Vocal)

Tumbes – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO
AMBIENTE.



TESIS

Rendimiento y caracterización del aceite esencial de palo santo
(*Bursera graveolens*) obtenidas de ramas terminales y frutos
aplicando dos métodos de extracción.

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma:

Br. Maryuri Yane Ramirez Cespedes
Autor

Dr. Miguel Antonio Puescas Chully
Asesor

Mg. José Antonio Moscol Ortiz
Co-Asesor

Tumbes – 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO
SECRETARIA ACADÉMICA



“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Tumbes, a los quince días del mes de Junio del dos mil veintiuno, siendo las 10 horas, en la Ciudad Universitaria, se reunieron el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, ratificado por **Resolución N° 061-2021/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D**, el Dr. GERARDO JUAN FRANCISCO CRUZ CERRO (presidente), Dra. MARÍA ISABEL NIQUEN INGA (secretario) y Dr. EBER LEOPOLDO HERRERA PALACIOS (Vocal), reconociendo en la misma resolución, además al Dr. MIGUEL ANTONIO PUESCAS CHULLY como asesor, al Mg. JOSE ANTONIO MOSCOL ORTIZ como co-asesor, se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, titulada: **“Rendimiento y caracterización del aceite esencial de Palo Santo (*Bursera Graveolens*) obtenidas de ramas terminales y frutos aplicando dos métodos de extracción.”**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente, presentado por la: **Br. RAMIREZ CESPEDES MARYURI YANE**. Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte la sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 65 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara a la: **Br. RAMIREZ CESPEDES MARYURI YANE** APROBADA por UNANIMIDAD con el calificativo BUENO. Se hace conocer a la sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda APTA para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las 11 horas y 45 minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, en forma presencial, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 15 de junio del 2023

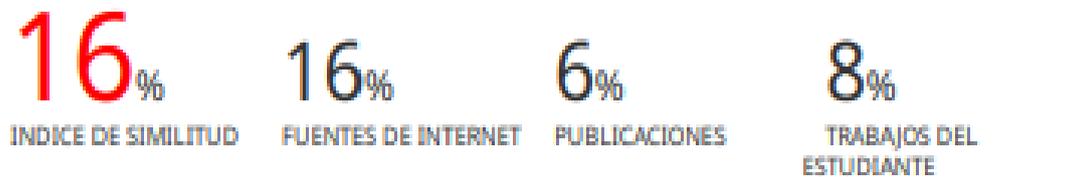
Dr. GERARADO JUAN FRANCISCO CRUZ CERRO
DNI N° 80661595
Presidente

Dr. MARÍA ISABEL NIQUEN INGA
DNI N° 17538055
Secretario

Dr. EBER LEOPOLDO HERRERA PALACIOS
DNI N° 42450218
Vocal

Rendimiento y caracterización del aceite esencial de palo santo (*Bursera graveolens*) obtenidas de ramas terminales y frutos aplicando dos métodos de extracción.

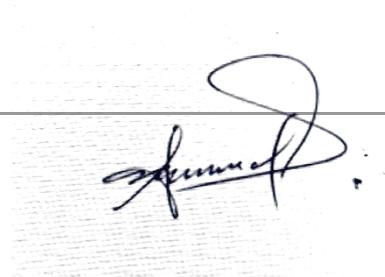
INFORME DE ORIGINALIDAD



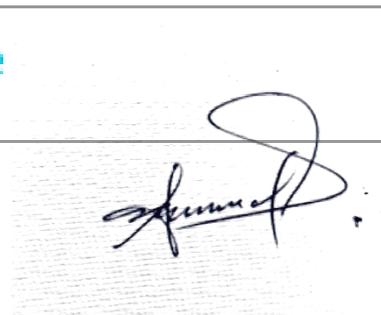
FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	www.scielo.org.pe Fuente de Internet	1%
3	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	vdocuments.site Fuente de Internet	1%
8	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	1%

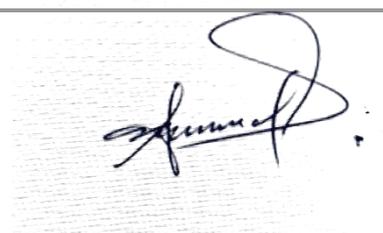
9	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	1%
10	core.ac.uk Fuente de Internet	1%
11	webbook.nist.gov Fuente de Internet	<1%
12	www.mt.com Fuente de Internet	<1%
13	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1%
14	docero.tips Fuente de Internet	<1%
15	Submitted to Universidad Nacional de Tumbes Trabajo del estudiante	<1%
16	Xiaoning Luo, Meng Yuan, Bingjie Li, Chenyao Li, Yanlong Zhang, Qianqian Shi. "Variation of floral volatiles and fragrance reveals the phylogenetic relationship among nine wild tree peony species", Flavour and Fragrance Journal, 2019 Publicación	<1%
17	kipdf.com Fuente de Internet	<1%



18	Submitted to Nanyang Technological University Trabajo del estudiante	<1 %
19	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	purl.org Fuente de Internet	<1 %
21	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
22	biblioteca.incaper.es.gov.br Fuente de Internet	<1 %
23	web.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral Trabajo del estudiante	<1 %
25	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	docplayer.com.br Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %



29	sired.udenar.edu.co Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid Trabajo del estudiante	<1 %
31	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
32	Mayra Montalván Ruilova, Omar Malagón Áviles, Nixon Cumbicus Torres, Fani Tinitana Imaicela, Gianluca Gilardoni. "Análisis químico de aceites esenciales amazónicos de una comunidad Shuar ecuatoriana", La Granja, 2023 Publicación	<1 %
33	mriuc.bc.uc.edu.ve Fuente de Internet	<1 %
34	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	ribuni.uni.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
36	cdigital.uv.mx Fuente de Internet	<1 %
37	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
38	es.pg.com Fuente de Internet	<1 %



		<1 %
39	livros01.livrosgratis.com.br Fuente de Internet	<1 %
40	repositorio.ufsc.br Fuente de Internet	<1 %
41	www.tresdefebrero.com.ar Fuente de Internet	<1 %
42	erp.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Dr. Miguel Antonio Puentes Chully
Asesor
ORCID ID: 0000-0003-1979-8572



Mg. José Antonio Moscol Ortiz
Co-Asesor
ORCID ID: 0000-0001-7898-7122

DEDICATORIA

Es un placer poder dar gracias especiales a Dios por darme la vida y por permitirme llegar a este momento tan importante para mi formación profesional. Durante este viaje de aprendizaje pude darme cuenta de que tengo tantas cosas en las que soy buena y descubrí habilidades y destrezas que nunca pensé que tenía, pero lo realmente importante es que rodeada de mi familia e inspirada por mis amigos, siempre obtengo mejores resultados, llena de alegría, amor y esperanza, dedico este trabajo a cada uno de mis seres queridos, ellos han sido los pilares que me sostienen estoy muy satisfecha de que han invertido mucho trabajo, esmero y trabajo para ganar con la ayuda de Dios A mi padre Adriano Ramirez Atoche, a mi madre Gregoria Cespedes Ludeña, a mis 3 hermanos y 6 hermanas son mi principal motivación y razón para seguir, a mi esposo Paul Jhonatan Sandoval Juárez y a mis hijos Xiomara Sandoval y Abdriel Efraím Sandoval Ramirez, son mi inspiración para la superación personal de cada día para poder luchar por un futuro mejor que la vida nos puede dar. Una mención especial va para la familia de Sandoval Juárez, quienes de alguna manera me apoyaron para perseguir mis ideales, con palabras de aliento a todos los que evitaron que cayera y me inspiraron a continuar y perseverar siempre.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Tumbes, por ser la fuente principal para mi formación profesional y por permitirme el uso de sus ambientes entre los cuales están incluidos el uso de los laboratorios.

Al proyecto “Microencapsulamiento de aceite esencial de palo santo, obtenido por microondas en quitosano y colágeno derivados de la biomasa residual para su microorganismo que afectan especies de árboles del bosque seco en el norte y la aplicación sobre el país con fondos (canon y sobre canon), con resolución de (contrato N°0599-2020/UNTUMBES-CU).

Al Instituto Tecnológico Ambiental de la Universidad técnica de Ostrava Republica Checa; mediante el proyecto 'Síntesis de puntos cuánticos de carbono (carbón quantum dots-CQDs) a partir de biomasa residual agroindustrial mediante carbonización hidrotermal y/o microondas con características técnicas adecuadas para su uso en el transporte de biomoléculas (contrato No. 398-2019-FONDECYT)' apoyado por FONDECYT-CONCYTEC en Perú.

Al Dr. Miguel Antonio Puestas Chully y al Mg. José Antonio Moscol Ortiz por el asesoramiento brindado, pues gracias a sus experiencias y conocimientos proporcionados se logró culminar esta tesis. Al Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro presidente de mi jurado por el apoyo, conocimientos experiencias y brindadas, al Msc. Rimaycuna Ramírez John, a la Msc. Gonzaga Sernaqué Angie, Ing. William Huamán Huamán, a la Ing. Yliana Navarro por su apoyo en el desarrollo de la tesis.

INDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCION.....	19
II.	ESTADO DEL ARTE.....	21
	2.1. Antecedentes.....	21
	2.2. Palo Santo (<i>Bursera Graveolens</i>).....	23
	2.2.1. Descripción Botánica.....	23
	2.2.2. Ecología.....	24
	2.2.3. Importancia de <i>B. graveolens</i> como recurso.....	25
	2.2.4. Aceites esenciales.....	26
	2.2.5. Métodos de extracción del aceite.....	27
	2.2.6. Composición química del aceite extraído de madera seca	28
	2.2.7. Características químicas de los aceites esenciales.....	29
	2.2.8. Características físicas de los aceites esenciales.....	30
	2.2.9. Síntesis de los aceites esenciales.....	30
	2.2.10. Propiedades principales del aceite esencial de <i>Bursera graveolens</i>	30
	2.2.11. Índice Refractivo del Aceite.....	31
2.3.	Determinaciones Espectrofotométricas.....	31
	2.3.1. Espectro FTIR (Infrarrojo).....	31
	2.3.2. Espectroscopia por Infrarrojo Cercano.....	31
	2.3.3. Espectroscopía por infrarrojo medio.....	31
	2.3.5. Espectrofotometría de masas (Cromatografía de gases).....	32
	2.3.6. Espectroscopia Ultravioleta (UV - VIS).	33
III.	MATERIALES Y METODOS.....	34
3.1.	Diseño de parcelas.....	34
3.2.	Recolección de muestras.....	34

3.3. Acondicionamiento de la muestra fresca	35
3.4. Extracción y obtención del aceite esencial de palo santo	35
3.4.1. Método por arrastre de vapor	35
3.4.2. Método por microondas.....	36
3.5. Características químicas y físicas del aceite	38
3.5.1. Densidad (<i>cm³/g</i>)	38
3.5.2. Índice Refractivo	38
3.6. Espectrofotometría Infrarrojo (FTIR)	38
3.7. Cromatografía de Gases.....	38
3.8. Espectrofotometría ultravioleta (UV-VIS) del aceite esencial.....	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Propiedades organolépticas	40
4.2. Obtención de Aceite (Rendimiento)	40
4.4. Caracterización.....	41
4.4.1. Densidad del aceite.....	41
4.4.2. índice refractivo.....	42
4.4.3. Espectro FTIR (Infrarrojo) del aceite esencial obtenido de frutos y ramas terminales por los dos métodos de extracción...	43
4.4.5. Espectrofotometria de masas (Cromatografía de Gases).....	44
4.4.6. Espectrofotometría ultravioleta visible	47
a. Muestras de aceite esencial de palo santo obtenido de frutos por los dos métodos de extracción y de ramas terminales obtenidos por equipo de microondas.	47
V. CONCLUSIONES.....	49
VI. RECOMENDACIONES.....	50
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	51
VIII. ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química del aceite esencial de palo santo a partir de la madera seca.....	29
Tabla 2: Propiedades del aceite esencial de madera seca de palo santo	30
Tabla 3: Propiedades organolépticas del aceite esencial del palo santo	40
Tabla 4: Rendimientos (ml/g y %) de las muestras de aceite esencial de palo santo obtenidas	41
Tabla 5: Determinación de la densidad y el índice refractivo de las muestras de aceite esencial de palo santo	42
Tabla 6: Componentes químicos que tienen las 3 muestras del aceite esencial con mayor porcentaje.....	46
Tabla 7: Tabla comparativa de algunos componentes químicos que contiene el aceite esencial obtenido de los frutos y las ramas terminales en menor porcentaje.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: frutos del palo santo: A) Frutos verdes, B) etapas de fruto a semilla del palo santo.....	25
Figura 2: Equipo de arrastre con vapor, Laboratorio Dendrología-EIFMA.	36
Figura 3: Microondas avanzado de extracción Ethos x, Laboratorio Dendrología-EIFMA	37
Figura 4: Muestras de aceite esencial de FTIR. F.A.V: aceite esencial de palo santo obtenido de frutos por arrastre de vapor; F.M: aceite esencial de palo santo obtenido de frutos por microondas; R.T.M: aceite esencial de palo santo obtenido de ramas terminales por microondas.	44
Figura 5: Muestras analizadas mediante uv-vis del aceite esencial obtenido por los diferentes métodos de extracción; F.A.V: aceite esencial de palo santo obtenido de frutos por arrastre de vapor; F.M: aceite esencial de palo santo obtenido de frutos por microondas; R.T.M: aceite esencial de palo santo obtenido de ramas terminales por microondas.	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Reconocimiento del área de recolección de muestras.....	56
Anexo 2: Especie de palo santo.....	57
Anexo 3: Registro de coordenadas.....	57
Anexo 4: Extracción de muestras.....	58
Anexo 5: Ramas terminales o ápice de la planta con fruto.....	58
Anexo 6: Frutos del palo santo.....	59
Anexo 7: Equipos de extracción de aceite.....	59
Anexo 8: Equipos con muestras de frutos listos para procesar.....	60
Anexo 9: Separación del aceite con los hidrolatos obtenido por el extractor dual	60
Anexo 10: Peso de muestras.....	61
Anexo 11: Separación de aceite de los hidrolatos por equipo de microondas...	61
Anexo 12: Horno mufla.....	62
Anexo 13: Campana.....	62
Anexo 14: coordenadas de las parcelas establecidas en el área de la concesión de la Universidad Nacional de Tumbes.....	63
Anexo 15: Coordenadas de las especies de palo santo por parcelas para la recolección de muestras.....	63
Anexo 16: Figuras y tablas de los resultados de la cromatografía de gases por espectrofotometría de masas de aceite esencial de <i>Bursera graveolens</i>	65
Anexo 17: Mapa de la concesión de la Universidad Nacional de Tumbes.....	77
Anexo 18: Área de la concesión de la Universidad Nacional de Tumbes.....	78
Anexo 19: Mapas de las parcelas de muestreo.....	78

RESUMEN

El palo santo (*Bursera graveolens*) es una especie forestal de bosque seco que se viene utilizando en la industria cosmética principalmente en Perú y Ecuador. Sin embargo, la madera seca y las hojas de la especie son las materias primas tradicionales para la extracción de aceite esencial, lo que lo podría hacer susceptible de ser sobreexplotado y deforestado. La búsqueda de nuevas partes de la planta que sean viables de extracción del aceite esencial con nuevos métodos de extracción será especial para el manejo sostenible de la especie. La presente investigación tuvo como objetivo determinar y caracterizar el aceite esencial obtenido de partes no tradicionales de la especie palo santo, frutos y ramas terminales, utilizando dos métodos de extracción: arrastre con vapor y microondas. Las muestras de frutos y ramas terminales fueron recolectadas en áreas de bosque seco de la ciudad de Tumbes y utilizadas en fresco. Las materias primas fueron trituradas de manera manual en un mortero y colocadas en los extractores de arrastre con vapor y microondas respectivamente (recipientes de 1,5 kg). Se determinó el rendimiento de los procesos y los aceites esenciales obtenidos fueron caracterizados para determinar su composición química. Su rendimiento en el proceso de arrastre con vapor en frutos fue de 0,91 %, en ramas terminales, no se pudo obtener una cantidad medible de aceite esencial, sin embargo, con este mismo material mediante microondas se obtuvo rendimientos para frutos 0,96% y para las ramas terminales se obtuvo 0,10%; su rendimiento en ramas terminales es menor en comparación con los frutos; el aceite es transparente, viscoso, con olor fuerte a muestra fresca. En la cromatografía de gases del aceite esencial obtenido de frutos por arrastre con vapor se encontraron 72 compuestos químicos, mientras que por microondas se encontró 80. En el caso de las ramas terminales por microondas se encontraron 114 compuestos. En la muestra de aceite esencial de frutos obtenidos por los dos métodos el principal componente encontrado fue el alfa-felandreno seguido de D-limoneno, mientras que en el caso del aceite esencial de ramas terminales por microondas el compuesto en mayor proporción fue el D-limoneno seguido del alfa-felandreno. Finalmente se pudo concluir que el rendimiento está influenciado por el método de extracción y la materia prima utilizada, mejor fue frutos + microondas. Las características del aceite esencial dependen principalmente de la materia prima utilizada, si se usa la misma materia prima el método no incluye significativamente.

Palabras claves: Extracción por microondas, arrastre por vapor, bosque seco, *Bursera graveolens*, aceite esencial.

ABSTRACT

“Palo santo” (*Bursera graveolens*) is a dry forest species that has been used in the cosmetics industry, mainly in Peru and Ecuador. However, their dry wood and leaves are the traditional raw materials for essential oil extraction, which could make it susceptible to over-exploitation and deforestation. The search for new parts of the plant that are suitable for extracting the essential oil and new extraction methods will be important for the sustainable management of the species. This research aimed to determine and characterize the essential oil obtained from non-traditional parts of the palo santo species, fruits and terminal branches, using two extraction methods: hydrodistillation and microwave. The samples of fruits and final branches were collected in dry forest areas of the Tumbes city and used directly (without drying). The raw materials were manually crushed in a mortar and the essential oil were extraction by the two methods (1.5 kg capacity). The performance of the processes was determined and the essential oils obtained were characterized to determine their chemical composition. The yield of the essential oil obtained from fruit using hydrodistillation was 0.91%; while in the case of terminal branches, it was not possible to obtain a measurable amount of essential oil. However, with this same material using microwaves, the yield for fruits was 0.96%, and for the terminal branches 0.10%. The essential oil is transparent, viscous, with a strong smell of fresh sample. In the gas chromatography of the essential oil obtained from fruits by hydrodistillation, 72 chemical compounds were found, while 80 were found by microwave. In the case of the terminal branches, 114 compounds were found by microwave. In case of the sample of essential oil from fruits obtained by the two methods, the main component found was alpha-phellandrene followed by D-limonene, while in the case of the essential oil of terminal branches by microwaves, the compound in the highest proportion was D- limonene followed by alpha-phellandrene. Finally, it was possible to conclude that the yield is influenced by the extraction method and the raw material used, the better it was fruits + microwave. The characteristics of the essential oil depend mainly on the raw material used, if the same raw material is used the method does not include significantly.

Keywords: Microwave extraction, steam stripping, dry forest, *Bursera graveolens*, essential oil.