

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

1. **TÍTULO:** OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE *Pinus patula* Schl.et Chan EN LA COMUNIDAD DE ZULETA, PARROQUIA ANGOCHAGUA, PROVINCIA DE IMBABURA.
2. **AUTOR:** José Moisés Cueva Jiménez
3. **DIRECTOR:** Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

COMITÉ LECTOR: Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs.
Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.
Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc

4. **AÑO:** 2019
5. **LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN:** Provincia de Imbabura, Parroquia Angochagua.
6. **BENEFICIARIOS:** Habitantes de la Comunidad Zuleta

HOJA DE VIDA DE LA INVESTIGADORA



APELLIDOS: Cueva Jiménez

NOMBRES: José Moisés

C. CIUDADANÍA: 1004428585

TELÉFONO CELULAR: 0989623467

CORREO ELECTRÓNICO: jmcuevaj@utn.edu.ec

DIRECCIÓN: Panamá y Olmedo, casa 61, Cayambe, Pichincha

AÑO: 2019

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA – UTN

Fecha: 7 de febrero del 2019

José Moisés Cueva Jiménez: **OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE *Pinus patula* Schl.et Chan EN LA COMUNIDAD DE ZULETA, PARROQUIA ANGOCHAGUA, PROVINCIA DE IMBABURA** /Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 7 de febrero del 2019. 84 páginas.

DIRECTOR: Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Contribuir al uso eficiente del recurso forestal proveniente de plantaciones forestales de *Pinus patula* Schl.et Chan en la comunidad de Zuleta, parroquia Angochagua, provincia de Imbabura. Entre los objetivos específicos se encuentra: Determinar la cantidad de aceites esenciales que contienen las acículas de *Pinus patula* Schl.et Chan Analizar las propiedades fisicoquímico de los aceites esenciales extraídos a fin de caracterizar los principales contenidos de carotenos, Detallar el costo de producción del aceite esencial

Fecha: 7 de febrero del 2019



Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

Director de trabajo de titulación



José Moisés Cueva Jiménez

Autor

**OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE *Pinus patula* Schl.et Chan EN LA
COMUNIDAD DE ZULETA, PARROQUIA ANGOCHAGUA, PROVINCIA DE
IMBABURA.**

Autor: José Moisés Cueva Jiménez

Director de trabajo de titulación: Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

Facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales

Carrera de Ingeniería Forestal

Universidad Técnica del Norte

Ibarra - Ecuador

jmcuevaj@utn.edu.ec

Teléfono: 0989623467

RESUMEN

La información con respecto al uso, importancia y contribución económica de los productos forestales no madereros es escasa en el país. La presente investigación tuvo como objetivo principal contribuir al uso eficiente del recurso forestal proveniente de plantaciones forestales de *Pinus patula*. El Estudio se realizó en la comunidad de Zuleta parroquia Angochagua, provincia de Imbabura. La metodología empleada fue, diseño de parcelas subdivididas, siendo los factores de estudio la edad (6,10,16 años), la altura de copa (baja, media, alta) y tiempo de recolección (08:00-12:00-16:00); las variables evaluadas fueron: el rendimiento volumétrico del aceite esencial de pino, contenido de carotenos. Para la obtención de aceites esenciales se empleó el método por arrastre de vapor, mientras que para la determinación de carotenos se lo realizó con el método de carotenoides totales por espectrofometría. En promedio se registró un rendimiento volumétrico 0,2 ml de aceite esencial de un kilogramo de material vegetativo de pino, destacándose el mejor tratamiento T18 (E2-T3-A). El porcentaje de rendimiento de aceite esencial de pino fue 0,03% de un kilogramo de materia prima. El contenido de carotenos en aceite esencial de pino varía de acuerdo con la edad, presentando una mayor concentración de carotenos a los 16 años con un promedio de 0,047 mg/ml. El costo de producción fue de 0,03 USD por kilogramo. Del presente estudio se concluye que la producción de aceites esenciales aporta a ser más eficiente el aprovechamiento de plantaciones de *Pinus patula*.

ABSTRACT

In Ecuador information regarding the use, importance and economic contribution of non-wood forest products is scarce . The main objective of this research was to contribute to an efficient use of forest resources from forest plantations of *Pinus patula*. The research was performed in Zuleta located in the parish Angochagua, in the province of Imbabura. The methodology consisted in the design subdivided plots with the next research factors; age (6,10,16 years), the cup height (low, medium, high) and collection time (08: 00-12: 00- 16:00); the evaluated variables were: the volumetric yield of pine essential oil, carotenoid content. To obtain essential oils, the steam entrainment method was used applied, and for the determination of carotenes it was carried out with the total carotenoids by spectrophotometry. On average, a volumetric yield of 0.2 ml of essential oil of one kilogram of pine vegetative material was recorded, highlighting the best treatment T18 (E2-T3-A). The yield percentage of pine essential oil was 0.03% of a kilogram of raw material. The content of carotenes in pine essential oil varies according to age, with a higher concentration of carotenes at 16 years with an average of 0.047 mg / ml. The production cost was USD 0.03 per kilogram. From this study it is concluded that the production of essential oils contributes to the efficient use of plantations of *Pinus patula*.

INTRODUCCIÓN

Las plantaciones forestales en el Ecuador son establecidas con fines de producción de madera; siendo los productos primarios: madera en rollo, puntales, pasta de madera, entre otros; productos semielaborados como tableros, aglomerados, contrachapados, MDF, elaboración de pulpa y los productos de mayor valor agregado tales como muebles, molduras decorativas, puertas, entre otros (FAO, 2010).

La visión tradicional de las plantaciones forestales ha sido aquella que se centra solo en la madera, dejando a un lado otros bienes y servicios como los Productos Forestales No Madereros (PFNM), los mismos que son ignorados o poco reconocidos en su verdadero valor y aporte (Añazco, Loján y Yaguache, 2004). Un caso es el aprovechamiento de las plantaciones de *Pinus patula* en el Ecuador, en donde únicamente se da prioridad al uso de la madera que adquieren en diámetros comerciales para la industria. Estas plantaciones tienen una gran importancia económica para el sector industrial; el pino es la tercera especie más aprovechada a nivel nacional con el 13,24% del volumen

total de madera, cerca de 400.000 metros cúbicos (MAE, 2010).

Los aceites esenciales, considerados como PFNM, se obtienen principalmente de plantas herbáceas (manzanilla, menta) y arbustivas (romero); mientras que las especies forestales a excepción del *Eucalyptus globulus* son menos estudiado en el país y más aún aquellos que pueden provenir de plantaciones forestales de pino. La acumulación excesiva de acículas de pino, se pueden considerar un problema por el riesgo de enfermedades y/o una amenaza de incendio forestal, ocasionando efectos negativos al suelo como: la erosión, disminución de la materia orgánica y reducción de la capacidad de infiltración de agua (Vidal, 1995).

Con el aprovechamiento de las acículas de pino provenientes de podas, raleos y aprovechamiento, se pueden generar ingresos económicos como es el caso en la obtención de aceite esencial de pino.

La limitada investigación con respecto a los PFNM, como los aceites esenciales proveniente de plantaciones forestales es muy escasa en el país, por ese motivo se realizó la investigación, cuyo objetivo es

contribuir al uso eficiente del recurso forestal proveniente de plantaciones forestales de *Pinus patula*, con el fin de aportar información sobre los rendimientos del aceite esencial, sus propiedades químicas y costos de producción.

METODOLOGÍA

Se empleó el diseño de parcelas subdivididas: siendo la principal la edad, otra para la altura de copa y la última para el tiempo de recolección.

Factores de estudio

- Factor A: Edad (6,10 y 16 años)
- Factor B: Tiempo de recolección (8:00 am-12:00- 16:00pm).
- Factor C: Ubicación de la rama a diferente altura (copa baja, media, alta)

VARIABLES DE ESTUDIO

- Rendimiento
- Contenido de carotenos

Se evaluaron 27 tratamientos producto de la combinación de edad, altura y tiempo de recolección.

Para el análisis funcional se empleó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad estadística

Extracción de aceite esencial

Se adaptó la metodología de Salazar y Mayanquer, (2009) para la extracción de aceite esenciales

Fase de campo

Se recolectó el material vegetativo de pino (acículas) de acuerdo a los tratamientos planteados.

El material recolectado se ubicó en fundas de zipper para conservar su humedad, luego se trasladó la materia prima al laboratorio de las unidades productivas de la FICAYA - Universidad Técnica del Norte.

Fase de Laboratorio

Se eliminó las impurezas y acículas deterioradas (infectadas, acículas de color marrón, amarillas o secas).

Con la ayuda de una balanza electrónica se pesó un kilogramo de materia prima.

Se acopló el equipo de destilación y posteriormente se inició el proceso de extracción, se colocó en la caldera las acículas frescas y enteras.

Luego del pesado se procedió a destilar; inicialmente se llenó el caldero con 5 litros de agua, se colocó la rejilla, se incorporó

la materia prima fresca y entera dentro del caldero, posteriormente se acopló al equipo de destilación con el sistema de refrigeración, este proceso fue de 120 minutos por tratamiento, a una temperatura inicial de 90° C luego se disminuyó la temperatura.

El aceite esencial extraído y recolectó en la en balón de decantación.

La separación se realizó por decantación del aceite esencial y posteriormente se midió el volumen en ml. (mililitros) obtenido del mismo.

El aceite esencial obtenido se envasó en frascos de vidrio oscuros para evitar su deterioro o pierda sus principios activos.

El almacenamiento de los aceites esenciales se ubicó en un lugar fresco y seco.

Para el cálculo del rendimiento se utilizó la siguiente formular:

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{M2}{M1} * 100$$

Dónde:

M2 = Peso aceite extraído (g)

M1 = Peso materia prima (g)

100 = factor matemático

Análisis de carotenos

Para el análisis de carotenos se tomó una muestra de dos mililitros por cada tratamiento. Esto debido al costo de los análisis de laboratorio.

El análisis se realizó en el Laboratorio de Química de Alimentos y Nutrición, del Departamento de Ciencias de los Alimentos y Biotecnología (DECAB) – Escuela Politécnica Nacional. Se determinó el contenido de carotenos en mg/ml, por el método de Carotenoides totales (equivalente a betacaroteno) por Espectrofometria Dali B, Rodríguez-Amaya y Mieko Kimura.

Costo de producción

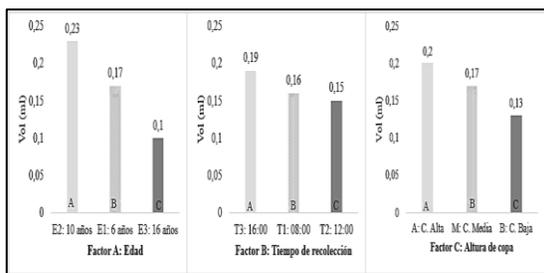
Se utilizó la metodología de costos y fijos y variables ; para el cálculo de los costos fijos se utilizó la depreciación con base a la ley de régimen tributario interno; la vida útil del equipo de destilación fue estimada en diez años, al igual que el quemador a gas y embudo de separación la vida útil es de cinco y dos años respectivamente; en los costos variables se tomaron en cuenta las siguientes actividades: materia prima (por no existir un precio establecido para

el material vegetativo se tomó en cuenta el costo de transporte), fundas zipper, cinta adhesiva, envases de vidrio (5ml), etiquetas, entre otros; la mano de obra fue calculada en base a las dos horas de trabajo ocupada en la destilación del aceite esencial; dando como resultado el costo de producción. Por otro lado, se detalló los precios del aceite esencial del mercado nacional e internacional.

RESULTADOS

En el presente estudio se obtuvo los siguientes resultados

Los resultados del rendimiento volumétrico del aceite esencial de pino generaron tres rangos diferentes en el cual sobresalen: factor A: 10 años, en el factor B tiempo de recolección a las 16:00 y en el factor C: copa alta. Mediante la prueba de rango múltiple de Tukey al 95% de probabilidad estadística.



El rendimiento del aceite esencial de *Pinus patula* con relación a la edad, tiempo de recolección y altura de copa fue de 0,23ml (10 años); 0,19ml (16:00) y 0,20ml (copa alta) respectivamente.

Estos rangos diferentes se deben a que las acículas de pino a temprana edad tienen una capa epidérmica delgada lo cual facilita la volatilización del aceite esencial (Carreras, Vidal, & Rodríguez, 1993). En árboles adultos esta capa se va lignificando cada vez más de acuerdo con su edad, lo que impide la volatilización del aceite esencial; por ello, se obtiene un mayor rendimiento volumétrico del aceite esencial de pino a los 10 años.

En cuanto a las interacciones de los factores A x B, A x C y B x C se destacan con los mayores volúmenes las interacciones E2T3(10 años,16:00), E2.A (10 años; copa alta), T3. A(16:00; copa alta), con 0,28; 0,26 y 0,24 ml respectivamente

En la interacción de los factores A x B x C formaron trece rangos en la prueba de Tukey, los resultados demuestran que existe un mayor efecto dado por el factor E2:10años; cabe recalcar que, la interacción que presentó mayor volumen promedio fue 0,37 ml

La relación entre el costo de producción, rendimiento y precio en el mercado del aceite esencial de pino, hace que su producción sea una alternativa económicamente rentable y complementaria al posible aprovechamiento maderero.

RECOMENDACIONES

Para el campo agroindustrial (cosméticos, alimentos, entre otros) se recomienda el tratamiento T18: E2-T3-A (10 años, recolección 16H00, copa alta); mientras que, para la industria farmacéutica (carotenos) se recomienda extraer el aceite esencial de pino a los 16 años.

Para obtener mayor productividad de aceites esenciales de *Pinus patula* u otros productos forestales no madereros se recomienda emplear nuevos métodos de extracción diferentes al arrastre de vapor.

En actividades de manejo silvicultural y aprovechamiento forestal es recomendable utilizar la biomasa en verde y con la finalidad de tener valor agregado complementario de los productos forestales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alegría , W. (2016). *Texto básico para profesional en ingeniería forestal en el área de fisiología vegetal*. IQUITOS – PERÚ: FCF-UNAP. Obtenido de <http://www.unapiquitos.edu.pe/pregrado/facultades/forestales/descargas/publicaciones/FISIO-TEX.pdf>

Almanza M, P. J. (2004). *Radiación Solar UV-B y estrés en las plantas*. Bogotá: C.Científica. Obtenido de https://www.academia.edu/32923091/Radiaci%C3%B3n_Solar_UV-B_y_estr%C3%A9s_en_las_plantas

Angulo, A. M. (2014). *Introducción a la industria de los aceites esenciales extraídos de plantas medicinales y aromáticas*. Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA. Obtenido de *Introducción a la industria de los aceites esenciales extraídos de plantas medicinales y aromáticas*: <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/1643>

- Añazco, M., Loján, L., & Yaguache, R. (2004). *Productos forestales no madereros en el Ecuador (PFNM)*. Quito-Ecuador: FAO.
- Arraiza, P. (2013). *Uso Industrial de Plantas Aromáticas y Medicinales*. Obtenido de Universidad Politecnica de Madrid: http://www.med-informatica.net/TERAPEUTICA-STAR/AceitesEsencialesUdeA_encias2001b.pdf
- Azcón, J., & Talón, M. (2013). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Madrid-ESpaña.: McGRAW-HILL - INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. L. ISBN: 978-84-481-9293-8. Obtenido de https://www.academia.edu/18820284/Fundamentos_de_Fisiologia_Vegetal-Azc%C3%B3n_Bieto_2ed
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN,. Obtenido de http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf
- Byron, R N; Arnold, J E.M;. (. 1999.). *What futures for the people of the tropical forests? World Development* 27(5): 789-805. Obtenido de http://www.cifor.org/publications/pdf_files/WPapers/WP-19.pdf
- Carreras, R., Vidal, A., & Rodríguez, J. (1993). *Estructura anatómica del follaje, madera y corteza de Pinus caribae Morelet, Pinus tropicalis Morelet en investigaciones biológicas y tecnológicas*. Rev. Forestal Baracoa. Obtenido de http://www.actaf.co.cu/revistas/rev_forestal/Baracoa-2008-1/Revista%201-2008.pdf
- Cazar, A. (2005). *Impacto de la extracción de aceite esencial de una plantación de pino (pinus patula) en la población de la comunidad de Zhipta, parroquia Jima, Provincia del Azuay (Tesis de maestría)*. Riobamba, Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4069/1/20T00167.pdf>

- COMAFORS. (2007). *Guía práctica de apoyo a la toma de conciencia forestal*. Quito: COMAFORS.
- Davis, E. (2001). *Essential Oils*. Obtenido de www.micom.com/rap/vol32/oil
- Díaz Aguirre, S., Alessandrini Díaz, M., & Herrera, G. (2007). Comportamiento del follaje de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* y *Pinus tropicalis* en el desarrollo de una metodología para la obtención de cera conífera, pasta clorofila-caroteno y residuo forrajero a escala de banco. (U. d. Oriente, Ed.) *Revista Cubana de Química*, XIX, pp. 81-83. Obtenido de Comportamiento del follaje de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* y *Pinus tropicalis* en el desarrollo de una metodología para la obtención de cera conífera, pasta clorofila-caroteno y residuo forrajero a escala de banco: <http://www.redalyc.org/pdf/4435/443543706025.pdf>
- FAO. (1995). *Pequeñas Industrias Forestales*. Quito, Ecuador: ISBN 9978-82-716-9.
- FAO. (1996). *Desarrollo de Productos Forestales no Madereros en America Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/t2360s/t2360s00.htm>
- FAO. (1999). Los productos forestales no Madereros y la generación de ingresos. *Revista internacional de silvicultura e industrias forestales*.
- Gallo Corredor, J., Sarria Villa, R., & Moreno Quirá, P. A. (1 de Agosto de 2015). Caracterización del follaje de *Pinus patula* como materia para la extracción de aceites esenciales. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 54-58. Obtenido de <https://jci.uniautonoma.edu.co/2015/2015-8.pdf>
- García, M. (2008). *Guía de Aromaterapia. La salud a través de los aceites esenciales*. Cataluña-España: Ulzama. Obtenido de https://www.academia.edu/30954857/Gu%C3%ADa_de_Aromaterapia_La_salud_a_trav%C3%A9s_de_los_aceites_esenciales

- Grieve, M . (1997). *Modern Herbal*.
Obtenido de Botanical.com:
www.botanical.com/botanical
- Groombridge, B;. (. 1992). *Global biodiversity. Status of the Earth's living resources*. Londres: WCMC, Cambridge y Chapman &Hall. Obtenido de <https://www.biodiversitylibrary.org/item/97636#page/15/mode/1up>
- Harborne, J., & Baxter, H. (2001). *Chemical Dictionary of Economic Plants*. Australia: Jhon Wilwy & Sons LTD. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75151997000200011](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=ry11ai2iPS0C&oi=fnd&pg=PR15&dq=Harborne,+J.,+%26+Baxter,+H.+(2001).+Chemical+Dictionary+of+Economic+Plant&ots=oMVVYa-K6S&sig=A4Dpe3sBCEvCQZx-w0h8Z0zDoMw#v=onepage&q=Harborne%2C%20J.%2C%20%26%20Baxter%2C%20H.%2988. Obtenido de <a href=)
- Quert, R., Martínez, M., Martínez, J., & Gelabert, F. (2000). *Biblioteca Virtual de Cuba/Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana*. Obtenido de Contenido del aceite esencial en el follaje de *Pinus Caribaea morelet* en función de la edad del árbol. II: http://www.bvs.sld.cu/revistas/far/vol34_2_00/far07200.htm
- Quert, R., Leyva, B., Martinez, J., & Gelabert, F. (1997). Contenido de carotenos en el follaje de *pinus caribean Morelet* y *Pinus tropicalis Morelet*. *Revista Cubana de Farmacia*, ISSN 1561-