

Caracterización del follaje de *Pinus patula* como materia prima para la extracción de aceites esenciales

Characterization of the foliage of *Pinus patula* as raw material for the extraction of essential oils

J. A. Gallo Corredor^{*}, R. A. Sarria Villa^{**}, Paula Andrea Moreno Quirá^{***}

Grupo de Investigación en Química Analítica Ambiental, Departamento de Química, Universidad del Cauca, Sector Tulcán, Edificio Antiguo Liceo, Popayán, Cauca, Colombia

Recibido: 28/10/2014; revisado: 6/12/2014; aceptado: 20/01/2015

J. A. Gallo Corredor, R. A. Sarria Villa, Paula Andrea Moreno Quirá: Caracterización del follaje de *Pinus patula* como materia prima para la extracción de aceites esenciales. *Jou.Cie.Ing.* 7 (1): 54-58, 2015. ISSN 2145-2628.

Resumen

En el país existen aproximadamente 141,000 hectáreas cultivadas con coníferas y mirtáceas, de las cuales unas 60,000 están destinadas a la producción de pulpa para fabricación de papel. El aprovechamiento de estos cultivos se ha restringido al uso de la madera, dejando de lado los residuos de su actividad principal como la corteza y el follaje, materias primas, ricas en sustancias que han presentado un crecimiento sostenido en la demanda del mercado mundial por las aplicaciones que tienen en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica entre otras. El presente trabajo reporta los resultados correspondientes a la cuantificación del follaje de *Pinus patula* por hectárea y la determinación del rendimiento de obtención de aceite esencial de la especie en estudio.

Palabras Clave: Follaje, aceites esenciales, pino.

Abstract

The country has about 141,000 hectares planted with conifers and myrtles, of which about 60,000 are destined for the production of pulp for papermaking. The use of these crops has been restricted to the use of wood, leaving aside the waste of its main activity as the bark and foliage, raw materials rich in substances which have sustained the growth in the global market demand for the applications in food, cosmetic and pharmaceutical among others. This paper reports corresponding to the quantification of foliage of *Pinus patula* per hectare and the determination of yield to obtain essential oils of the specie under study.

Keywords: Foliage, essential oils, pine.

1. Introducción

La biomasa se refiere a aquel grupo de productos energéticos, materias primas, materia orgánica, residuos, todos ellos de carácter renovable, que han tenido

su origen inmediato como consecuencia de un proceso biológico o de fotosíntesis y que son susceptibles de ser transformados por medios biológicos o térmicos para generar energía [1-3].

Las fuentes de biomasa en general son todo tipo de

* jagallo@unicauca.edu.co

** rodrigosv@unicauca.edu.co

*** paulam@gmail.com

residuos producidos por actividades forestales, agrícolas y pecuarias [4–6]. En nuestro caso los residuos forestales, especialmente el follaje de *Pinus patula* se pretende utilizar como fuente para la obtención de aceites esenciales [7–9]. Estos productos son de gran valor para la economía del país debido a sus múltiples aplicaciones [10–12], al extraerlos a partir del follaje se consigue una ganancia económica y al mismo tiempo ambiental puesto que se evita la acumulación incontrolada de altos volúmenes de follaje que podrían tener un impacto negativo sobre el ecosistema y causar graves problemas de contaminación.

En la industria de la madera durante la operación de corte se generan grandes cantidades de follaje, que actualmente no están siendo utilizados. Esta biomasa podría ser empleada como materia prima para la extracción de aceites esenciales. En el departamento del Cauca existen más de 14,000 hectáreas de bosques cultivados con coníferas y mirtáceas, ubicadas en los municipios de Popayán, Cajibío, Sotará y Timbío. La especie *Pinus patula* presenta un gran potencial de aprovechamiento forestal [13–15].

Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos) e hidrocarburos alicíclicos del grupo de los terpenos, son un producto del metabolismo secundario de las plantas cuya composición varía dependiendo de las condiciones geobotánicas y agrícolas de su cultivo. Su valor económico y su aplicabilidad industrial están relacionados directamente con su composición química [16–18]. Es por ello que se estudió el rendimiento de obtención de aceite esencial de la especie forestal *Pinus patula*.

1.1. Metodología

La recolección del follaje se realizó en forma manual, inmediatamente después de la tala del árbol y posteriormente se registró su peso. En la tabla 1 se registra el sitio de toma de muestras en las zonas forestales del Departamento del Cauca, la altura y la temperatura del sitio.

Especie	Finca	Municipio	Altura (msnm)	Temperatura °C
<i>Pinus patula</i>	La Unión	Sotará	2450	7-12

Tabla 1. Condiciones climáticas de las fincas muestreadas en el departamento del cauca. msnm: Metros sobre el nivel del mar. Fuente: Smurfit Cartón de Colombia, 2003.



(a) Muestra de follaje de *Pinus patula*.



(b) Sitio de muestreo: Sotará, Cauca, Colombia.

Figura 1. Follaje y sitio de muestreo.

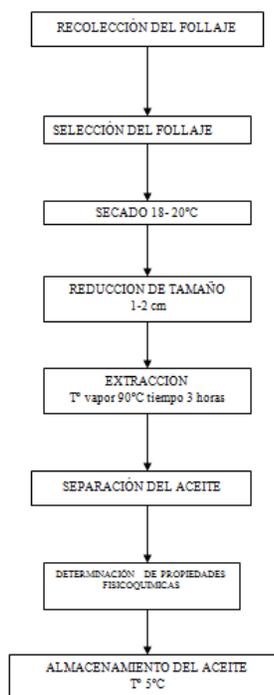


Figura 2. Proceso de extracción de aceites esenciales a partir de follaje de *Pinus patula*.

El follaje recolectado para la extracción de aceites esenciales presentó características particulares depen-

diendo de la especie. El follaje de *Pinus patula* presenta múltiples ramificaciones en las que se encuentra gran cantidad de semillas. Las acículas son delgadas y medianas y se encuentran en grupos de cinco. Para la extracción del aceite esencial se empleó el método de arrastre de vapor de agua, seleccionando previamente el follaje, secándolo y realizando la extracción del aceite [19–21]. Al aceite esencial obtenido se le realizaron pruebas de calidad como densidad, índice de refracción, índice de acidez, punto de ebullición y solubilidad en diferentes solventes [22–24]. En la figura 2 se presenta el diagrama para la obtención de aceites esenciales a partir del follaje de *Pinus patula*.

2. Resultados y discusión

Se realizó la cuantificación del follaje por árbol y por hectárea de la especie de *Pinus patula*. En la tabla 2 se presenta la cantidad de follaje en kilogramos de acuerdo al número de árboles.

Tiempo de Muestra (h)	Peso de Muestra (g)	Aceite Esencial Obtenido (mL)	Peso del Aceite Esencial (g)	Rendimiento Obtenido Peso a Peso (%)
24	2700	3.9	3.36	0.1244
48	2700	3.58	3.08	0.1141
72	3900	3.7	3.18	0.0815

Tabla 2. Pesos promedio obtenidos en la cuantificación del follaje de *Pinus patula*. 1 árbol = 1 muestra. 1300 árboles por hectárea.

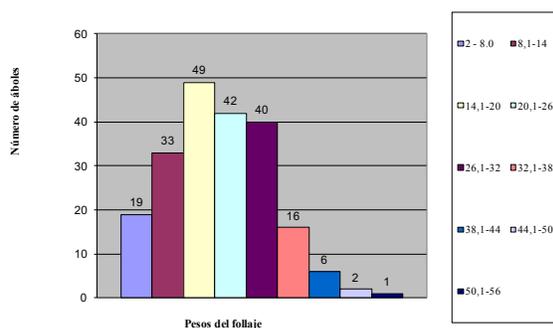


Figura 3. Histograma de frecuencias absolutas del peso en kilogramos de follaje de *Pinus patula*.

Con el fin de cuantificar la cantidad de biomasa producida por árbol y su relación con la producción de aceites esenciales, se realizó la cuantificación de follaje de

Pinus patula por muestra de 208 árboles en una hectárea de árboles en la zona de estudio. Se pudo encontrar la mayor frecuencia (14.1-20 Kg) de follaje en la población de árboles cuantificados. En la figura 3 se presenta el histograma de frecuencias de follaje en la muestra de estudio.

La extracción de aceites esenciales se llevó a cabo por arrastre de vapor de agua a una temperatura de 90 °C a 92 °C por un tiempo de 3 horas. En la tabla 3 se presenta el rendimiento de obtención de aceite esencial dependiendo del tiempo de recolección del follaje.

Especie	Peso Promedio de Follaje por Arbol (Kg)	Rendimiento en Aceite Esencial Según el Tiempo de Muestra			Arboles Talados al Año	Producción Anual Estimada en Aceite Esencial (Kg)		
		24 Horas	48 Horas	72 Horas		24 Horas	48 Horas	72 Horas
		Pinus patula	21.3	0.1244		0.1141	0.0815	15000

Tabla 3. Rendimientos de aceite esencial obtenido a partir del follaje de *Pinus patula*, recolectado en el municipio de Sotará (Cauca). El rendimiento se toma con relación al follaje que ha sido secado previamente a 20 °C.

Teniendo en cuenta la cantidad de follaje por árbol y el rendimiento de la producción de aceite esencial se logró estimar la cantidad de aceite esencial que se puede producir por hectárea. En la tabla 4 se presenta el peso de follaje por árbol y el rendimiento de aceite esencial para estimar la producción anual de aceite esencial.

tiempo muestra (h)	peso muestra (g)	aceite obtenido (mL)	peso aceite (g)	rendimiento obtenido peso a peso (%)
24	2700	3.9	3.36	0.1244
48	2700	3.58	3.08	0.1141
72	3900	3.7	3.18	0.0815

Tabla 4. Relación del rendimiento en peso del follaje por árbol y su respectivo rendimiento en aceite esencial para estimar la producción anual en aceite esencial.

La producción anual estimada en aceite esencial se determinó para cada uno de los rendimientos obtenidos en la variedad de *Pinus patula* según el tiempo de la muestra, con el objeto de ilustrar la cantidad de aceite que se obtendría si el follaje se procesara en cada tiempo. En los últimos cinco años las cooperativas dedicadas al aprovechamiento forestal del Cauca han producido cerca de 80,000 toneladas de madera de *Eucaliptus grandis*, 60,000 toneladas de madera de *Pinus patula* y 31,000 toneladas de madera de *Pinus oocarpa* [8].

Teniendo en cuenta la cantidad de follaje de *Pinus patula* generado por hectárea de plantación forestal y el rendimiento de producción de aceite esencial, se determinaron las propiedades fisicoquímicas de los aceites esenciales obtenidos [25–27]. En la tabla 5 se presentan las propiedades fisicoquímicas principales de los aceites

obtenidos y la solubilidad en diferentes tipos de solventes.

Aceite Esencial	<i>Pinus patula</i>
Densidad g/mL 22°C	0.8605
Índice de refracción 25°C	1.45
Índice de acidez	6.5081
Punto de ebullición °C	153
Solubilidad	<i>Pinus patula</i>
Etanol 90 %	Soluble
Etanol 80 %	Soluble
Etanol 75 %	Soluble
Etanol 65 %	Insoluble
Metanol grado HPLC	Soluble
Diclorometano	Soluble
Cloroformo	Soluble
Éter	Soluble

Tabla 5. Propiedades fisicoquímicas de los aceites esenciales obtenidas para los aceites esenciales de *Pinus patula*. La relación para la prueba de solubilidad es de 1 mL de aceite por 5 mL de solvente. La expresión en % equivale a la concentración del solvente.

Las propiedades de los aceites esenciales fueron similares a las de otras especies como eucalipto, menta y ciprés, los cuales presentan valores de densidad e índice de refracción de 0.92; 0.91 y 0.87 g/mL; 1.46; 1.47 y 1.47 respectivamente. El aceite esencial de *Pinus patula* presentó solubilidad en diferentes solventes de forma similar a la de otros tipos de aceites [28–30]. Estas propiedades indican su gran potencial para diferentes aplicaciones tanto medicinales como industriales.

3. Conclusiones

Los resultados de la cuantificación de follaje y rendimiento de aceite esencial fueron obtenidos para cultivos de *Pinus patula* de 16 años. Los rendimientos obtenidos en aceite esencial de 319.5 toneladas/año, teniendo en cuenta las plantaciones de la zona y a que este es un residuo que no se está aprovechando son bastante prometedores teniendo en cuenta la gran cantidad de aplicaciones en el campo industrial. El porcentaje de rendimiento promedio de aceite esencial del 0.1 % a las con-

diciones óptimas de operación de 4 PSI y 90 °C fueron satisfactorias y pueden ser extrapoladas para el uso a nivel de planta piloto.

Agradecimientos

Los autores agradecen a COLCIENCIAS, Smurfit Cartón de Colombia, COOTRAFORC y a la Universidad del Cauca por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- [1] Fabio A. Aldana Méndez. La biomasa una fuente alterna de energía. *Revista Innovación y Ciencia*, 3(4):25–29, 1994.
- [2] José Antonio Gallo Corredor, Rodrigo Andrés Sarria Villa, and Jhon Carlos Palta Angülo. Comparación de la producción resinera de dos especies de pino cultivadas en el municipio de cajibío. *Jou.Cie.Ing.*, 4(1):37–42, 2012.
- [3] José Antonio Gallo Corredor and Rodrigo Andrés Sarria Villa. Obtención de colofonia y trementina a partir de resina de pino de la especie patula y posterior evaluación de los parámetros de calidad. *Jou.Cie.Ing.*, 5(1):88–91, 2013.
- [4] Ana Julia Colmenares Dulcey and Arnoldo Ramírez Barco. Treinta plantas medicinales del valle del cauca. 1999.
- [5] Frank David, Francis Scanlan, Pat Sandra, and Michael Szelewski. Analysis of essential oil compounds using retention time locked methods and retention time databases. *Food and Flavors*, 2002.
- [6] XA Domínguez. Métodos de investigación fitoquímica editorial limusa. *México DF*, 1973.
- [7] Fang-Qiu Guo, Yi-Zeng Liang, Cheng-Jian Xu, Lan-Fang Huang, and Xiao-Ning Li. Comparison of the volatile constituents of artemisia capillaris from different locations by gas chromatography–mass spectrometry and projection method. *Journal of Chromatography A*, 1054(1):73–79, 2004.
- [8] L. Troches and J. Gallo. Caracterización de los aceites esenciales extraídos del follaje de eucaliptus grandis por cromatografía de gases. *Unicauca Ciencia*, 11:19–29, 2007.
- [9] Ralph L Curtin Shriner, David Y Fuson, Reynold C Ralph L Shriner, Reynold C Fuson, and David Y Curtin. *Identificación sistemática de compuestos orgánicos*. Limusa., 1999.
- [10] Hernando García Barriga. Flora medicinal de Colombia: botánica médica. Technical report, 1974.
- [11] Dolores García, Antonio Alvarez, Paz Tornos, Angeles Fernandez, and Teresa Sáenz. Gas chromatographic-mass spectrometry study of the essential oils of pimenta racemosa var. terebinthina and p. racemosa var. grisea. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 57(5-6):449–451, 2002.
- [12] Ernest Guenther. *The Essential Oils-Vol 1: History-Origin in Plants-Production-Analysis*, pages 236–256,294–298. Read Books Ltd, 2013.
- [13] Carlos Guerra, Gina Meccia, Nancy Khouri, and Luis Rojas. Estudio comparativo de los aceites esenciales de callistemon speciosus dc. recolectado en los estados carabobo, Lara y Mérida (Venezuela). *Revista de la Facultad de Farmacia*, 45:2, 2003.
- [14] Raymond E Othmer Kirk and F Donald. *Enciclopedia de tecnología química*. 1961.

- [15] Mirosława Krauze-Baranowska, Marek Mardarowicz, Marian Wiwart, Loretta Poblócka, and Maria Dynowska. Antifungal activity of the essential oils from some species of the genus *pinus*. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 57(5-6):478–482, 2002.
- [16] Alejandro Martínez. Aceites esenciales. *J. Nat. Prod*, 59(1):77–79, 1996.
- [17] Elizabeth Murillo Perea, Amparo Viña Patiño, et al. Determinación de los constituyentes volátiles de la albahaca (*ocimum spp*) mediante dos métodos de extracción. *Revista Colombiana de Química; Vol. 28, núm. 1 (1999); 65-74 0120-2804*.
- [18] Zineb Djerrad, Leila Kadik, and Abderrahmane Djouahri. Chemical variability and antioxidant activities among *pinus halepensis mill.* essential oils provenances, depending on geographic variation and environmental conditions. *Industrial Crops and Products*, 74:440–449, 2015.
- [19] Nam-Sun Kim and Dong-Sun Lee. Comparison of different extraction methods for the analysis of fragrances from *lavandula* species by gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of Chromatography a*, 982(1):31–47, 2002.
- [20] Penélope Ody. The herb society. *Las plantas medicinales. Guía práctica con remedios eficaces para los trastornos más comunes*. Vergara, Javier (ed.). Londres, 1993.
- [21] Isiaka A Ogunwande, Nureni O Olawore, Kasali A Adeleke, and Wilfried A König. Chemical composition of the essential oils from the leaves of three eucalyptus species growing in nigeria. *Journal of Essential Oil Research*, 15(5):297–301, 2003.
- [22] Julia María Olaya Flórez and J Mendez. *Guía de plantas y productos medicinales*. Number 116. Siglo Del Hombre Editores SA, 2003.
- [23] Clara E Quijano, Margoth Suárez, and Carmenza Duque. Constituyentes volátiles de dos variedades de guayaba (*psidium guajava l.*): Palmira ica-1 y glum sali. *Revista Colombiana de Química*, 28(1):55–63, 1999.
- [24] Sge analysis of eucalyptus oil on bpx5.
- [25] Elena E Stashenko, Beatriz E Jaramillo, and Jairo R Martínez. Comparación de la composición química y de la actividad antioxidante in vitro de los metabolitos secundarios volátiles de plantas de la familia verbenaceae. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 27(105):579–597, 2003.
- [26] M Valcárcel Cases and A Gómez Hens. *Técnicas analíticas de separación*. Reverté, 1994.
- [27] A Velasco-Negueruela, MJ Perez-Alonso, PL Perez de Paz, J Pala-Paul, and J Sanz. Analysis by gas chromatography–mass spectrometry of the essential oil from the aerial parts of *pimpinella junoniae ceb. & ort.*, gathered in la gomera, canary islands, spain. *Journal of Chromatography A*, 1011(1):241–244, 2003.
- [28] Amparo Viña and Elizabeth Murillo. Essential oil composition from twelve varieties of basil (*ocimum spp*) grown in colombia. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 14(5):744–749, 2003.
- [29] Xiomara Yáñez, Martha Lucía Pinzón, Fredy Solano, and Luis Roberto Sánchez. Chemical composition of the essential oil of *psidium caudatum mcvaugh*. *Molecules*, 7(9):712–716, 2002.
- [30] Fabián Danilo Quinatoa Chicaiza and Diego Orlando Paredes Punina. *Desarrollo de un Sistema de Extracción de Aceites Esenciales*. PhD thesis, 2012.