

El eucalipto como fuente de materia prima para la extracción de aceites esenciales

Eucalyptus as a source of raw material for the extraction of essential oils

R. A. Sarria-Villa* y J. A. Gallo-Corredor
Departamento de Química, Universidad del Cauca, Colombia

Resumen. En Colombia 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 *Eucalyptus grandis* por hectárea y la determinación del rendimiento de obtención de aceite esencial de la especie en estudio.

Palabras Claves. Follaje, aceites esenciales, *Eucalyptus grandis*.

Abstract. In Colombia 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 *Eucalyptus grandis* per hectare and the determination of yield to obtain essential oils of the specie under study.

Keywords. Foliage, essential oils, *Eucalyptus grandis*.

Como citar. R. Sarria-Villa y J. Gallo-Corredor, "El eucalipto como fuente de materia prima para la extracción de aceites esenciales", *Jou. Cie. Ing.*, vol. 11, no. 1, pp. 57-64, 2019. doi: 10.46571/JCI.2019.1.6

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 residuos producidos por actividades forestales, agrícolas y pecuarias [4–6]. En nuestro caso los residuos forestales, especialmente el follaje de *Eucalyptus grandis* 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

* rodrigosv@unicauca.edu.co

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 *Eucaliptus grandis* 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 las especie forestal *Eucaliptus grandis*.

2. 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 figura 1 se registra el sitio de toma de muestras en las zonas forestales del Departamento del Cauca, la altura y la temperatura del sitio.

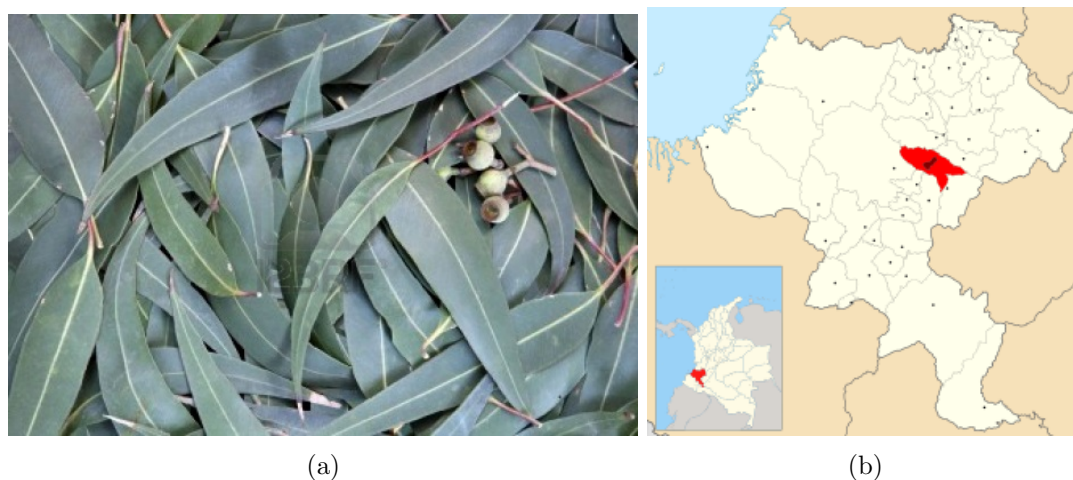


Figura 1: (a) Muestra de follaje de *Eucaliptus grandis*. (b) Sitio de muestreo. Popayán-Cauca-Colombia

Tabla 1: Condiciones climáticas de la finca muestreada, en el departamento del Cauca.

Especie	Finca	Municipio	Altura msnm	Temperatura °C
<i>Eucaliptus grandis</i>	Claridad	Popayán	1737	13 – 19

Fuente: Smurfit Cartón de Colombia, 2003. msnm: Metros sobre el nivel del mar.

El follaje recolectado para la extracción de aceites esenciales presentó características particulares dependiendo de la especie. El follaje de *Eucaliptus grandis* se encuentra a partir del segundo tercio del fuste hacia arriba y la mayor concentración de hojas está en la copa. Las

hojas jóvenes son pequeñas y alargadas y las adultas anchas y redondeadas. 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 *Eucalyptus grandis*.

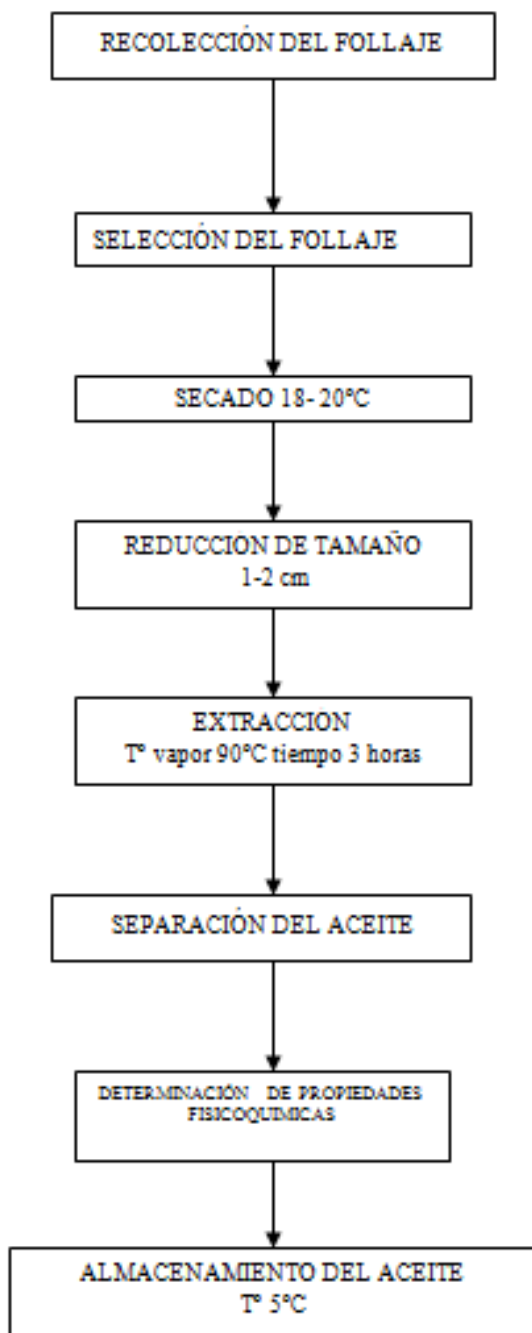


Figura 2: Proceso de extracción de aceites esenciales a partir de follaje de *Eucalyptus grandis*

3. Resultados y discusión

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

Tabla 2: Condiciones climáticas de la finca muestreada, en el departamento del Cauca.

Especie	Número de árboles *	Peso promedio de follaje por árbol	Peso estimado de follaje por hectárea	Coeficiente de variación
		Kilogramos	Kilogramos	
<i>Eucalyptus grandis</i>	111	8.7	9,665.7 **	70.43

* 1 árbol = 1 muestra

** 1,300 árboles por hectárea

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 *Eucalyptus grandis* por muestra de 111 árboles en una hectárea de árboles en la zona de estudio. Se pudo encontrar la mayor frecuencia (1.5-7.5 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.

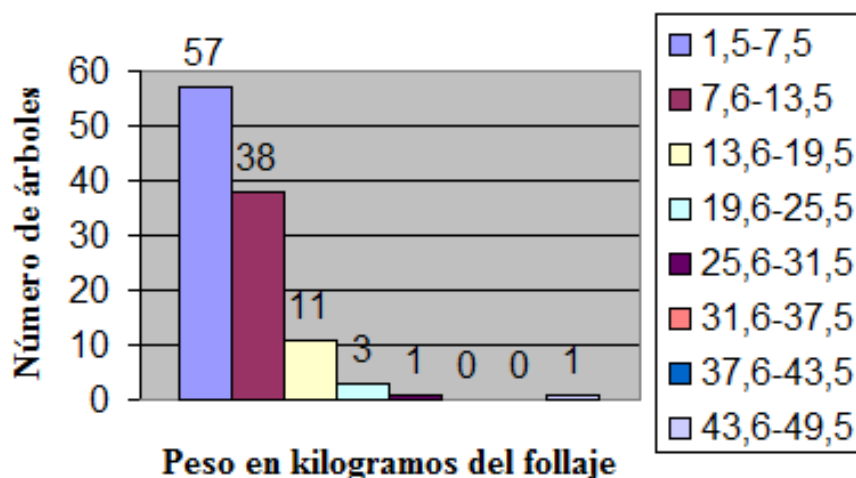


Figura 3: Histograma de frecuencias absolutas del peso en kilogramos de follaje de *Eucalyptus grandis*

La extracción de aceites esenciales se llevó a cabo por arrastre de vapor de agua a una temperatura de 90 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.

Tabla 3: Rendimientos de aceite esencial obtenido a partir del follaje de *Eucalyptus grandis*, recolectado en el municipio de Popayán (Cauca).

Tiempo de la muestra (h)	Peso de la muestra (g)	Aceite esencial obtenido (ml)	Peso del aceite esencial (g)	Rendimiento obtenido peso a peso (%)
24	2400	15.30	13.09	0.54
48	2400	14.70	12.58	0.52
72	2400	14.35	12.28	0.51

¹ 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.

Tabla 4: Rendimientos de aceite esencial obtenido a partir del follaje de *Eucalyptus grandis*, recolectado en el municipio de Popayán (Cauca).

Especie	Peso promedio de follaje por árbol	Rendimiento en aceite esencial según el tiempo de la muestra			Árboles talados al año	Producción anual estimada en aceite esencial		
		24 horas	48 horas	72 horas		24 horas	48 horas	72 horas
<i>Eucalyptus grandis</i>	8.7 kg	0.54	0.52	0.51	20.000	949 kg	912 kg	890 kg

La producción anual estimada en aceite esencial se determinó para cada uno de los rendimientos obtenidos en la variedad de *Eucalyptus grandis* 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 *Eucalyptus 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 *Eucalyptus grandis* 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.

Tabla 5: Resumen de desempeño.

Aceite esencial	<i>Eucalyptus grandis</i>
Densidad g/mL 22°C	0.86
Índice de refracción 25°C	1.45
Índice de acidez	6.87
Punto de ebullición °C	152
Solubilidad	
Etanol 90 %	Soluble
Etanol 80 %	Soluble
Etanol 75 %	Soluble
Etanol 65 %	Insoluble
Metanol grado HPLC	Soluble
Diclorometano	Soluble
Cloroformo	Soluble
Éter	Soluble

¹La relación para la prueba de solubilidad es de 1mL de aceite por 5 mL de solvente.

²La 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 *Eucalyptus grandis* presentó solubilidad en diferentes solventes de forma similar a la de otros tipos de aceites de especies vegetales cultivadas en América [28–30]. Estas propiedades indican su gran potencial para diferentes aplicaciones tanto medicinales como industriales.

4. Conclusiones

Los resultados de la cuantificación de follaje y rendimiento de aceite esencial fueron obtenidos para cultivos de *Eucalyptus grandis* de 7 años. Los rendimientos obtenidos en aceite esencial de 174 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 0.5 % a las condiciones óptimas de operación de 4PSI 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 al Departamento de Química de la Universidad del Cauca por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- [1] F.A. Aldana Méndez, “La Biomasa una Fuente Alternativa de Energía,” *Revista Innovación y Ciencia*, vol. III-No 4. Santafé de Bogotá, Colombia, pp. 25-29, 1994.
- [2] J. Gallo, R. Sarria-Villa, J. Palta, “Comparación de la producción resinera de dos especies de pino cultivadas en el municipio de Cajibío,” *Jou. Cie. Ing.*, vol. 4, no. 1, pp. 37-42, 2012. doi: 10.46571/JCI.2012.1.6.

- [3] J. Gallo, R. Sarria-Villa, P. Moreno, "Caracterización del follaje de *Pinus patula* como materia prima para la extracción de aceites esenciales," *Jou. Cie. Ing.*, vol. 7, no.1, pp. 65-69, 2015. doi: 10.46571/JCI.2015.1.8.
- [4] A.J. Colmenares D, A. Ramírez B. "Treinta Plantas Medicinales del Valle del Cauca". Impresora Feriva S.A, Cali, Colombia, pp. 33-35, 2004.
- [5] D. Frank. "Analysis of Essential Oil Compounds Using Retention Time Locked Methods and Retention Time Databases", Agilent-USA, 2002.
- [6] X. Dominguez, "Métodos de Investigación Fitoquímica", Editorial Limusa, S.A., México, pp. 229-237, 1973.
- [7] F.O. Guo, Y.Z. Liang*, C.J. Xu, L.F. Huang, X.N. Li. "Comparison of the volatile constituents of *Artemisia capillaris* from different locations by gas chromatography-mass spectrometry and projection method," *Journal of Chromatography A*, vol. 1054, pp. 73-79, 2004.
- [8] L. Troches, J. Gallo, "Caracterización de los aceites esenciales extraídos del follaje de *Eucalyptus grandis* por cromatografía de gases," *Unicauca Ciencia*, vol. 11, pp. 19-29, 2007.
- [9] F.C. Reynold, "Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos", Limusa editores, México, pp. 46-54, 1995.
- [10] H. García Barriga, "Flora Medicinal de Colombia Botánica médica", Segunda edición, Tercer Mundo Editores, Tomo II, Bogotá, Colombia, pp. 297-301, 1992.
- [11] D. García, A. Alvarez, P. Tornos, A. Fernandez. "Gas Chromatographic-Mass Spectrometry Study of the Essential Oils of *Pimenta racemosa* var. *terebinthina* and *P. racemosa* var. *grisea*", *Z. Naturforsch*, pp. 449-451, 2002.
- [12] Z.B.O. Si Said, H. Haddadi-Guemghar, L. Boulekbache-Makhlouf, P. Rigou, H. Remini, A. Adjaoud, N.K. Khoudja, K. Madani, "Essential oils composition, antibacterial and antioxidant activities of hydrodistilled extract of *Eucalyptus globulus* fruits", *Industrial Crops and Products*, vol. 89, pp. 167-175, 2016.
- [13] V.A. Sabo, P. Knezevic, "Antimicrobial activity of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. plant extracts and essential oils: A review," *Industrial Crops and Products*, vol. 132, pp. 413-429, 2019.
- [14] A. Luís, A. Duarte, J. Gominho, F. Domingues, A.P. Duarte, "Chemical composition, antioxidant, antibacterial and anti-quorum sensing activities of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus radiata* essential oils," *Industrial Crops and Products*, vol. 79, pp. 274-282, 2016.
- [15] M. Krauze, M. Mardarowicz, M. Wiwart, "Antifungal Activity of the Essential Oils from Some Species of the Genus *pinus*," *Z. Naturforsch*, pp. 478-482, 2002.
- [16] B.S. Jugreet, S. Suroowan, R.R.K. Rengasamy, M.F. Mahomoodally, "Chemistry, bioactivities, mode of action and industrial applications of essential oils," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 101, pp. 89-105, 2020.
- [17] B. Salehi, J. Sharifi-Rad, C. Quispe, H. Llaique, M. Villalobos, A. Smeriglio, D. Trombetta, S.M. Ezzat, M.A. Salem, A. Zayed, C.M. Salgado Castillo, S.E. Yazdi, S. Sen, K. Acharya, F. Sharopov, N. Martins, "Insights into *Eucalyptus* genus chemical constituents, biological activities and health-promoting effects," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 91, pp. 609-624, 2019.
- [18] Z. Djerrad, L. Kadik, A. Djouahri, "Chemical variability and antioxidant activities among *Pinus halepensis* Mill. essential oils provenances, depending on geographic variation and environmental conditions," *Industrial Crops and Products*, vol. 74, pp. 440-449, 2015.
- [19] N.S. Kim, D.S. Lee. "Comparison of different extraction methods for the analysis of fragrances from *Lavandula* species by gas chromatography-mass spectrometry," *Journal of Chromatography A*, vol. 982, pp. 31-47, 2002.
- [20] P. Ody, "The Herb Society Las Plantas Medicinales", Javier Vergara Editor S.A, Cuarta edición, Italia, pp. 56, 1997.
- [21] I.A. Ogunwande, N.O. Olawore, K.E. Adeleke, W.A. Konig, "Chemical composition of the essential oils from the leaves of three *Eucalyptus* species growing in Nigeria," *Journal of Essential Oil Research*, vol. 15, no. 5, pp. 297-301, 2003.
- [22] J.M. Olaya F. y J. Méndez A, "Guía de Plantas y Productos Medicinales" Convenio Andrés Bello, pp. 17-21, Bogotá, 2003.
- [23] E.D. Herculano, H.C.B. de Paula, E.A.T. de Figueiredo, F.G.B. Dias, V. de A. Pereira, "Physicochemical and antimicrobial properties of nanoencapsulated *Eucalyptus staigeriana* essential oil", *LWT - Food Science and Technology*, vol. 61, no. 2, pp. 484-491, 2015.
- [24] SGE Analysis of *Eucalyptus* Oil on BPX5. Disponible en: URL :<http://www.sge.com>, Consultada: 10.04.2020.
- [25] E.E. Stashenko, B.E. Jaramillo & J.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. Col. Cienc.*, pp. 579-597, 2003.
- [26] M. Valcárcel Cases, A. Gómez, "Técnicas Analíticas de Separación", Editorial Reverté, S.A. Barcelona (España), pp. 615-619, 1994.
- [27] N.A. Velasco, A. Pérez, P.L. Pérez de Paz, P. Sanz, "Analysis by gas chromatography-mass spectrometry of the essential oils from the aerial parts of *Rutheopsis herbanica* (Bolle) Hans. y Kunk., gathered in

- Fuerteventura (Canary Islands)", *Journal of Chromatography A*, vol. 984. pp. 159–162, 2003.
- [28] A. Viña, E. Murillo, "Essential Oil Composition From Twelve Varieties Of Basil (*Ocimum* spp) Grown In Colombia," *Journal of the Brazilian Chemical Society*, vol. 14, no. 5, pp. 744-749, 2003.
- [29] X. Yáñez, M. Pinzón, F. Solano, L. Sánchez, "Chemical Composition of the Essential Oil of *Psidium caudatum* McVaugh," *Molecules*, pp. 712-716, 2002.
- [30] D. Paredes, F. Quinatoa, "Desarrollo de un sistema de extracción de aceites esenciales", Tesis de grado Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador, 2010.

