

## 1

### COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE DESTILACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO

(Comparison of distillation methods for obtaining eucalyptus essential oil)

Andrea Cedeño, Cinthia Moreira, Jhonny Muñoz, Andrea Muñoz, Sergio Pillasaguay<sup>1</sup> y María Antonieta Riera<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador. Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Química.

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador. Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Email: [mriera@utm.edu.ec](mailto:mriera@utm.edu.ec).

#### RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la asignatura Cálculo a la Ingeniería Química I, con el objetivo de obtener aceite esencial de la hoja de eucalipto usando para ello dos métodos diferentes de extracción. En primer lugar se utilizó el método por arrastre de vapor y luego se utilizó la destilación con solventes orgánicos por medio del Soxhlet, empleando alcohol etílico como solvente. Los resultados obtenidos experimentalmente se utilizaron para realizar el balance de materia de cada proceso. Con el método por arrastre de vapor se obtuvieron 0,658 g de aceite esencial y con el uso de solventes orgánicos 10,04 g. Se consideró que el mejor rendimiento se obtiene con el método por arrastre de vapor, pues permite obtener un producto mucho más puro al compararlo con la extracción con solventes.

#### PALABRAS CLAVES

Aceites esenciales, destilación por arrastre de vapor, destilación con Soxhlet, eucalipto.

#### ABSTRACT

The present research work was carried out in the Calculus to Chemical Engineering I subject, with the objective of obtaining the essential oil from the eucalyptus leaf using different extraction methods. First, the steam drag method is used and then the distillation with organic solvents is used by Soxhlet, using ethyl alcohol as a solvent. The results obtained experimentally were used to perform the material balance of each process. With the steam drag method, 0.658 g of essential oil was obtained and with the use of organic solvents 10.04 g. It was considered that the best performance is obtained with the steam entrainment method, since it allows a much purer product to be obtained when compared with the extraction with solvents.

## KEYWORD

Essential oils, steam distillation, distillation with Soxhlet, eucalyptus

## INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales son sustancias naturales, líquidos volátiles, de composición compleja de hasta más de 100 compuestos, con agradable aroma, provenientes de plantas y son extraídos mediante múltiples técnicas, siendo la más común es la destilación. Se les llaman aceites por su naturaleza física y dado que su consistencia es bastante parecida a la de los aceites grasos (aceites fijos), pero se diferencian de estos, por volatilizarse fácilmente sin dejar huellas ni mancha grasosa (Montoya Cadavid, 2010).

Estas sustancias aromáticas se encuentran en numerosas plantas y pueden ser extraídos de diferentes partes de la planta: raíces, tallos, hojas, flores y frutos. En la antigüedad se usaban para la obtención de aromas y sabores. En años recientes se han estudiado los extractos de condimentos y especias desde un punto de vista funcional. Dado que los métodos de obtención de los aceites esenciales determinan su uso, ha surgido el interés en estudiar las diferentes alternativas existentes para tal fin (Peredo-Luna, Palou-García, & López-Malo, 2009).

Una de las tecnologías empleadas en la obtención de los aceites esenciales es la llamada destilación por arrastre con vapor. La extracción ocurre cuando el vapor entra en contacto con las células de la planta, rompiendo y liberando su esencia, quedando atrapada en las gotas de agua del vapor que luego se condensa en el destilador, obteniendo así aceite de alta pureza (Flórez Olaya & Méndez Alzamora, 2003).

La destilación por arrastre de vapor permite la separación de compuestos volátiles de otros relativamente no volátiles, particularmente cuando el primero de estos tiene un punto de ebullición muy alto o no miscible en agua o con riesgo de descomponerse si se intenta hervir. Esta destilación consiste en la inyección de vapor de agua recalentado directamente sobre la mezcla, produciendo la evaporación de los componentes volátiles. Con la adición de este tercer componente, disminuye la presión de vapor de los otros con lo que la temperatura para la evaporación disminuye (Camacho & Mario Grau Ríos, 2013).

Otro método es el de extracción con solvente orgánico por medio del equipo Soxhlet, el cual se define como la acción de separar con un líquido una fracción específica de una muestra, dejando el resto lo más integro posible (Núñez, 2008).

Entre los solventes orgánicos usados en la extracción de aceites esenciales están: el éter dietílico, hexano, ciclohexano, acetato de metilo, 1-butanol, 2-butanol, metil etil cetona, diclorometano,

metil 1 propanol y propanol. Existiendo restricciones de uso, para no sobrepasar los límites de residuos que estos puedan dejar en los productos obtenidos (Sánchez, 2006).

Este método tiene como desventaja el requerir períodos de tiempo relativamente largos para realizar la operación. Adicionalmente los aceites esenciales obtenidos por esta vía, contienen trazas de los solventes utilizados, limitando su uso en la industria de los alimentos, la industria cosmética o farmacéutica.

El eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill), es una planta originaria de Australia y de Tasmania que migró a distintas regiones del mundo. Es un árbol muy aromático de hasta 50 metros de altura y 3 metros de diámetro. Se caracteriza por poseer propiedades medicinales y plaguicidas al ser usado como repelente. Su composición química es aceite esencial (1,5 a 3,5%), ácidos fenóles, flavonoides, triterpenos derivados del ácido ursólico (2 a 4%) y taninos hidrolizables (Ramiro & Jiménez, 2006).

El aceite esencial de eucalipto data de 1870. Su fórmula química es  $C_{10}H_{18}O$ , masa molar 154,24 y su densidad es de  $922 \text{ kg/m}^3$  (Mauro, 1992). Moreno, López y Siche (Moreno, López, & Jara, 2010) emplearon el método de extracción de vapor para obtener aceite esencial de eucalipto. Con tiempos de extracción entre 98 y 126 min y con hojas entre 25 y 30% de humedad se obtuvieron rendimientos de 2.11 mL de aceite esencial por cada 100g de hojas.

Estudios similares se han realizado para extraer aceites esenciales de la cáscara de pomelo a partir de la destilación por arrastre de vapor, hidrodestilación y extracción con solventes orgánicos, para comparar los rendimientos de extracción para cada método evaluado y con ello optimizar las condiciones de obtención (Contreras Puentes & Ruiz Pérez, 2012).

El objetivo de este trabajo fue extraer aceite esencial de eucalipto por medio de destilación por arrastre de vapor y extracción con solvente orgánico respectivamente, a propósito de comparar el rendimiento alcanzado en cada uno de ellos y a partir de aquí inferir el grado de pureza del aceite obtenido.

## METODOLOGÍA

### Selección de materia prima

Se seleccionaron hojas frescas de eucalipto de las plantaciones ubicadas en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INEAP) de Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador, las cuales fueran trasladadas al laboratorio para la respectiva experimentación (Figura 1).



**Figura 1.** Hojas de eucalipto utilizadas en la experimentación

## Destilación por arrastre de vapor

El procedimiento usado fue el descrito por Castillo y Mendoza (Castillo & Mendoza, 2012). Comenzó con la preparación del equipo de trabajo que consistió en un balón de 250 mL, un balón de tres bocas de 250 mL, un matraz de 250mL, dos placas calefactoras digitales IKA C-MAG HS7, un termómetro de vidrio, un condensador, conexiones de vidrio, tapones y mangueras de goma (Figura 2).



**Figura 2.** Montaje empleado en la destilación por arrastre de vapor

Se agregó 1 L de agua destilada al balón generador de vapor. Se pesaron 100 g de las hojas seleccionadas en una balanza analítica ADAM y se determinó su humedad con ayuda de una termobalanza MB45 OHAUS. A continuación la muestra a destilar se colocó en el balón de precipitación de tres bocas.

Se calentó el primer balón hasta la ebullición, con el fin de generar vapor y pasarlo al segundo balón a objeto de extraer el aceite esencial de las hojas de eucalipto. Se suspendió el calentamiento cuando el volumen del destilado estuvo entre 70% y 85% del agua alimentada. El producto destilado se colocó en un embudo de separación y por diferencia de densidades se separó el aceite de eucalipto de la fracción acuosa (Figura 3).



**Figura 3.** Producto destilado en el embudo de separación

El aceite obtenido se colocó en una pipeta para cuantificar su volumen y con ayuda de una balanza se determinó la masa, que sirvió posteriormente para calcular su densidad a través de la ecuación (1):

$$\rho = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \quad (1)$$

### **Destilación con solventes orgánicos**

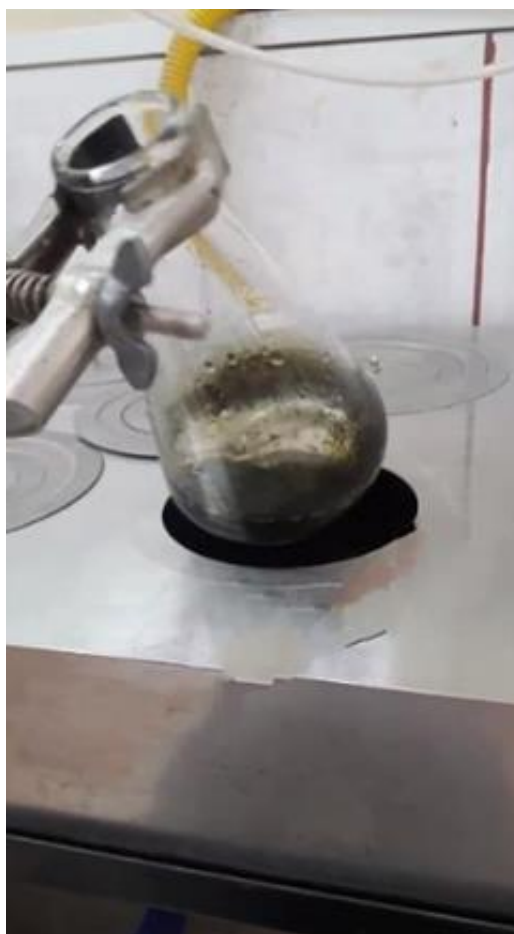
Se empleó la metodología descrita por Lamarque et al. (Lamarque et al., 2008), usando como solvente alcohol etílico industrial. Se trabajó con una muestra de 549,51 g de hojas de eucalipto las cuales fueron pesadas en una balanza analítica SARTORIUS. Posteriormente se colocaron en

la estufa para retirar la mayor cantidad posible de humedad y luego fueron molidas. Para determinar la humedad presente en la muestra a extraer, se utilizó una termobalanza BOECO. Las hojas molidas fueron colocadas en un material poroso y posteriormente introducidas en la cámara de extracción del Soxhlet, que a su vez se conectó con un balón de destilación y a un refrigerante. Dentro del balón se agregaron 300 mL del solvente, el cual fue calentado hasta su ebullición con una manta de calentamiento (Figura 4).



**Figura 4.** Montaje empleado en la destilación con Soxhlet

El vapor generado en el balón ascendió por el tubo lateral y se condensó en el refrigerante cayendo sobre el material contenido en el material poroso. Cuando el solvente alcanzó el nivel conveniente se sifonó por el tubo, regresando con el material extraído al balón. El proceso se repitió durante 6 ciclos, hasta alcanzar el agotamiento deseado del material. Finalmente el aceite esencial se recuperó evaporando el alcohol etílico del producto destilado (Figura 5).



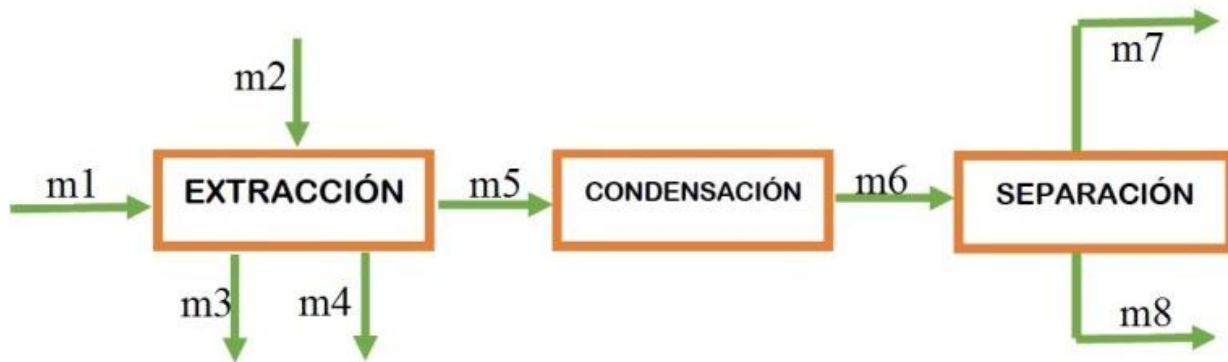
**Figura 5.** Separación del solvente del aceite esencial

## **Balance de masa para el proceso de destilación de aceites esenciales**

Se representó gráficamente el proceso de destilación de aceites esenciales teniendo en cuenta las operaciones unitarias realizadas experimentalmente.

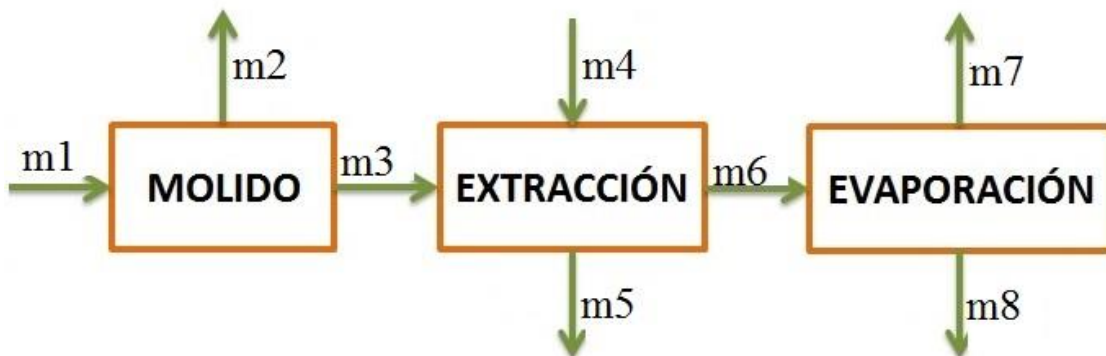
Para la destilación por arrastre de vapor las operaciones unitarias fueron extracción, condensación y separación (Figura 6). Donde  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ,  $m_4$ ,  $m_5$ ,  $m_6$ ,  $m_7$  y  $m_8$  representan la masa de hojas

frescas, agua destilada, agua que quedó en el balón, residuo de las hojas, destilado, condensado, agua y aceite esencial.



**Figura 6.** Diagrama de bloques para el proceso de destilación por arrastre de vapor de aceite esencial de eucalipto

En la destilación con solventes orgánicos se realizó un secado previo a las hojas de eucalipto para reducir al máximo su humedad. Quedando el proceso conformado por tres operaciones unitarias: Molido, extracción y evaporación (Figura 7). En este caso m1, m2, m3, m4, m5, m6, m7 y m8, representan la masa de hojas secas, residuo del molido, hojas molidas, alcohol etílico (solvente), torta, destilado, alcohol evaporado y aceite esencial.



**Figura 7.** Diagrama de bloques para el proceso de destilación con solventes orgánicos de aceite esencial de eucalipto



Con los resultados obtenidos para cada método de destilación, se usó (2) y (3) para realizar el balance de masa en procesos sin reacción química y en régimen estacionario (Felder & Ronald W. Rousseau, 2004):

$$\text{Entrada} + \text{Generación} - \text{Salida} - \text{Consumo} = 0 \quad (2)$$

$$\sum X_{i,entrada} * m_{entrada} = \sum X_{i,salida} * m_{salida} \quad (3)$$

Donde  $X_i$  representa la fracción másica del componente  $i$  y  $m$  la masa del flujo a la cual corresponde dicha composición. La cantidad de agua presente en la alimentación se determinó con la termobalanza, para el aceite se estimó un 2% de acuerdo a lo teórico consultado (Ramiro & Jiménez, 2006) y la cantidad de sólidos presentes se obtuvo por diferencia según (4):

$$\sum X_i = 1 \quad (4)$$

Para determinar el rendimiento porcentual (R) de cada proceso de destilación se calculó al dividir la cantidad de producto obtenido en moles por el rendimiento teórico en moles (Paredes Punina & Quinatoa Chicaiza, 2010), quedando la ecuación (5) así:

$$R = \frac{\text{moles de aceite obtenida}}{\text{moles de eucalipto alimentado}} \times 100\% \quad (5)$$

## RESULTADOS

### Resultados de la destilación por arrastre de vapor

Finalizada la destilación por arrastre de vapor se obtuvieron 0.658 g de aceite esencial que al medirlo en la pipeta representó 0.72 mL, registrando una densidad de  $0.914 \text{ g.mL}^{-1}$ . Los flujos máscicos alimentados y obtenidos experimentalmente (E) en el proceso de destilación por arrastre de vapor y los calculados teóricamente por balance de masa (T), además de las fracciones máscicas del agua ( $X_{\text{H}_2\text{O}}$ ), sólidos ( $X_{\text{sól}}$ ) y aceite ( $X_{\text{ac}}$ ) para cada flujo se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Flujos máscicos de la destilación por arrastre de vapor

Flujos	E (g)	T (g)	$X_{\text{H}_2\text{O}}$	$X_{\text{sól}}$	$X_{\text{ac}}$
m1	100		0.456	0.524	0.02
m2	1000		1		
m3		650	1		
m4	410.342		0.874	0.123	0.003
m5		39.658	0.981	0	0.019
m6		39.658	0.981	0	0.019
m7	39		1		
m8	0.658			1	

Para 100 g de hojas de eucalipto alimentadas al proceso de destilación por arrastre de vapor y con 0.6581 g de aceite esencial extraída (0,0043 mol) y usando la ecuación (5) se calculó el rendimiento del proceso el cual fue de 3,30%. Este valor se acerca a lo reportado por Punina y Quinatoa (Paredes Punina & Quinatoa Chicaiza, 2010), quienes señalan que el rendimiento de una planta varía de unas cuantas milésimas por ciento de peso vegetal hasta 1-3 %.

### Resultados de la destilación con solventes orgánicos

Para la destilación con arrastre de vapor, los flujos máscicos alimentados, los obtenidos experimentalmente (E), los calculados teóricamente por balance de masa (T), así como las fracciones máscicas del agua ( $X_{\text{H}_2\text{O}}$ ), sólidos ( $X_{\text{sól}}$ ), aceite ( $X_{\text{ac}}$ ) y alcohol ( $X_{\text{et}}$ ), se presentan para cada flujo a continuación en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Flujos máxicos de la destilación con solventes orgánicos

Flujos	E (g)	T (g)	X <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	X <sub>sól</sub>	X <sub>ac</sub>	X <sub>et</sub>
m1	64,29		0,09	0,65	0,26	
m2		2,47	0,09	0,65	0,26	
m3	61,82		0,09	0,65	0,26	
m4	328,8		0,10			0,90
m5	236,11		0,164	0,170	0,026	0,640
m6	154,51				0,065	0,935
m7		144,32				1
m8	10,19				1	

Para facilitar la realización del balance de masa se asumió que en m8 sale aceite pura. Con 10,04 g de aceite esencial (0,065 mol) obtenidos, se consiguió un rendimiento de 60,09% siendo un valor muy elevado respecto a lo encontrado en la literatura. Esto evidencia que el aceite extraído no se trata de un compuesto puro sino que por el contrario posee solvente en su composición.

Al respecto Peredo y Luna comentan que el aceite obtenido por este método de extracción, contienen trazas del solvente usado, siendo esto una desventaja del mismo (Peredo-Luna, Palou-García, & López-Malo, 2009). Esto ocurre dado que se solubilizan los pigmentos y se produce una mezcla que no sólo tiene aceites sino también solvente.

## CONCLUSIONES

Con el método de destilación por arrastre de vapor se obtuvo un rendimiento más real respecto a lo consultado en la bibliografía. En este sentido, el método por arrastre de vapor resultó ser el más eficiente para la obtención de aceite respecto al soxhlet con solventes orgánicos, puesto que con el primero mencionado se obtiene un producto con menos impurezas.

Para futuros trabajos se recomienda evitar el uso de la destilación con solventes orgánicos, pues el producto obtenido por este método puede contener gran cantidad de trazas de solventes que luego es difícil de separar.



## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) por facilitar sus instalaciones para la realización de esta investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Camacho, E. M., & Mario Grau Ríos. (2013). Ingeniería Química. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Castillo, N., & Mendoza, J. (2012). Manual de prácticas para el laboratorio de química orgánica I. Manual de Prácticas de Química Orgánica, 1. Recuperado a partir de [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/ManualdePracticaspaaelLaboratoriodeQuimicaOrganica1\(1311\)2012-2\\_18579.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/ManualdePracticaspaaelLaboratoriodeQuimicaOrganica1(1311)2012-2_18579.pdf)

Contreras Puentes, E., & Ruiz Pérez, J. D. (2012). Estudio comparativo de dos métodos de extracción para el aceite esencial presente en la cáscara de Pomelo (Citrus maxima). Universidad de Cartagena. Recuperado a partir de <http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/handle/11227/108>

Felder, R. M., & Ronald W. Rousseau. (2004). Principios elementales de los procesos químicos. Wind Engineering (Vol. 33). <https://doi.org/10.1260/0309-524X.33.3.305>

Flórez Olaya, J. M., & Méndez Alzamora, J. (2003). Guía de plantas y productos medicinales. (L. Acero, L. Rodríguez, & H. Yesid, Eds.). Bogotá: Convenio Andrés Bello.

Lamarque, A., Zygadlo, J., Labuckas, D., López, L., Torres, M., & Maestri, D. (2008). Fundamentos teorico-practicos de química orgánica. (ENCUENTRO Grupo Editor, Ed.) (1.a ed.). Argentina: Editorial Brujas.

Mauro, H. M. (1992). Plantas colombianas: su aplicación medicinal. Fondo de Promoción de la Cultura.

Montoya Cadavid, G. de J. (2010). ACEITES ESENCIALES: una alternativa de diversificación para el eje cafetero. Sección de Publicaciones e Imagen Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, 1, 12-174. Recuperado a partir de <http://bdigital.unal.edu.co/50956/7/9588280264.pdf>

# Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios

ISSN: 2313-7819

Indexada en: Latindex, ROAD, MIAR  
[revistas.up.ac.pa/index.php/revista\\_colon\\_ctn](http://revistas.up.ac.pa/index.php/revista_colon_ctn)



Moreno, J., López, G., & Jara, R. (2010). Modelación y optimización del proceso de extracción de aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*). *Scientia Agropecuaria*, 147-154. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2010.02.05>

Núñez, C. E. (2008). Extracciones con equipo soxhlet. Argentina. Recuperado a partir de <http://www.cenunez.com.ar/archivos/39-ExtraccinconequipoSoxhlet.pdf>

Paredes Punina, D. O., & Quinatoa Chicaiza, F. D. (2010). Desarrollo de un sistema de extracción de aceites esenciales. Recuperado a partir de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1710/1/15T00453.pdf>

Peredo-Luna, H. A., Palou-García, E., & López-Malo, A. (2009). Aceites esenciales: metodos de extracción. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 24-32. Recuperado a partir de [https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3\(1\)-Peredo-Luna-et-al-2009.pdf](https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3(1)-Peredo-Luna-et-al-2009.pdf)

Ramiro, F. G., & Jiménez, S. L. (2006). *Plantas medicinales aprobadas en Colombia*. Editorial Universidad de Antioquia Medellín (2.a ed.). Medellín: Universidad de Antioquía.

Sánchez, M. F. O. (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes*. España: Ediciones, Aiyana.