

## **Aceites esenciales obtenidos por hidrodestilación de hojas de tres especies arbóreas de la familia *Myrtaceae***

### **Essential oils obtained from hydrodistillation of leaves of three trees species of the *Myrtaceae* family**

Padilla, Adriana<sup>1</sup>; Marcano Enid<sup>2</sup> y Rivas Licinio<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio Nacional de Productos Forestales, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Mérida-Venezuela. <sup>2</sup>Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, Mérida-Venezuela. Email: <sup>1</sup>adrianap@ula.ve; <sup>2</sup>enid@ula.ve; <sup>3</sup>licinio1979@hotmail.ve

Fecha de Inicio de la investigación: 07/2012

Fecha de terminación de la investigación: 01/2013

#### **RESUMEN**

Mediante la técnica de hidrodestilación se obtuvo aceites esenciales de las hojas de 3 especies de la familia Myrtaceae: *Callistemon viminalis*, *Psidium guajava* y *Myrcia splendens*, con rendimientos promedio de 1,67 %, 0,39 % y 0,09 % respectivamente, estableciendo además los rangos de tiempo de destilación óptimos para cada una de ellas, lo que se traduce en un ahorro de energía. A las hojas y al aceite esencial obtenido se les determinó el potencial calórico, permitiendo evidenciar una relación entre calor de combustión de la biomasa y rendimiento de aceite esencial. Los componentes mayoritarios reportados para los aceites esenciales de las especies estudiadas poseen actividades biológicas reconocidas tales como antimicrobiales, citotóxicos y antioxidantes, entre otros.

**Palabras clave:** aceites esenciales, hidrodestilación, poder calorífico

#### **ABSTRACT**

Essential oils were obtained using hydrodistillation of leaves of 3 species of the *Myrtaceae* family: *Callistemon viminalis*, *Psidium guajava* and *Myrcia Splendens*, with average yields of 1,67%, 0,39% and 0,09% respectively. Furthermore, optimal distillation time ranges were established for each raw material, driving to the saving energy as consequence. The gross heat of leaves and essential oils were analyzed, in order to demonstrate some relationship between combustion heat of biomass and essential oil yield. Among some of the biological activities reported for the major components of the essential oils of these species, their effectiveness as antimicrobials,

antioxidants and cytotoxic are guaranteed by a significant amount of scientific research.

**Key words: essential oils, hydrodistillation, gross heat**

### **INTRODUCCIÓN**

En La Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales (FCFA) de la Universidad de Los Andes (ULA), el grupo Productos Madereros y no Madereros Agro Forestales (PROMNMAFOR) desarrolla actividades de investigación, con la finalidad de ampliar las posibilidades de uso de biomasa hacia alternativas del uso integral del bosque como sistema agroforestal de tres componentes principales: arbóreo, agrícola y animal.

Una de las líneas que actualmente desarrolla el grupo PROMNMAFOR, con la colaboración de investigadores en la rama farmacéutica y química, es la relacionada con aceites esenciales (AE), tópico que enmarca la realización de este trabajo.

Para introducir a los interesados en el tema de los AE, se presenta una resumida sección con fundamentos teóricos que ayudan a conceptualizar y definir las sustancias aromáticas naturales, especies químicas que las componen, actividad biológica específica y características taxonómicas de las especies vegetales que las contienen. Además de la base de datos de caracterización de AE con datos de rendimientos, tiempos de destilación, actividad biológica y posibles aplicaciones de los metabolitos secundarios sintetizados por algunas plantas; esta investigación pretende divulgar algunos aspectos beneficiosos de especies de fácil acceso en el estado Mérida de Venezuela, particularmente en los alrededores de nuestra Institución Académica, Escuela de Ingeniería Forestal.

Seleccionar la materia prima implica el estudio y conocimiento de ciertas características taxonómicas que señalen la presencia de metabolitos secundarios. Establecer los tiempos mínimos de extracción, necesarios para la obtención de rendimientos aceptables evita pérdida de esfuerzo, desgaste de equipos y reducción de gastos de energía. Determinar los potenciales calóricos en muestras sólidas antes de la destilación y en AE obtenidos después del proceso, aporta datos para la inferencia de una hipótesis de correlación entre el grado de combustibilidad de la biomasa y sus componentes extraíbles. Finalmente, la revisión de artículos científicos relacionados con las especies seleccionadas, estudios fitoquímicos y actividad biológica de los componentes principales, permite sugerir algunas aplicaciones terapéuticas sin temor a causar daños por aseveraciones incorrectas.

### **CONSIDERACIONES PRELIMINARES**

Se pretende precisar qué son los AE, cómo se obtienen, para qué sirven y cuál es la relación de los AE y el origen taxonómico de las especies de la familia *Myrtaceae*, usadas durante el desarrollo de esta investigación.

Las plantas destinan una cantidad significativa del carbono y de la energía almacenada para la síntesis de una amplia variedad de moléculas orgánicas que no parecen tener una función directa en procesos fotosintéticos, respiratorios, aprovechamiento de nutrientes, transporte de solutos o síntesis de proteínas, carbohidratos o lípidos. Estas moléculas, que se han denominado metabolitos

secundarios, no se encuentran en todos los grupos de plantas. Se sintetizan en pequeñas cantidades y no de forma generalizada, estando a menudo restringidas a una determinada familia o género, e incluso sólo a algunas especies. (Ávalos y Pérez, 2009).

Los AE forman parte de las sustancias referidas como metabolitos secundarios de las plantas. Los tradicionalmente llamados metabolitos secundarios se han considerado compuestos no vitales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, porque no presentan una función evidente, sin embargo es una aseveración ligera puesto que esa carencia de función aparente podría asociarse más bien a una falta de investigación de esos compuestos (Carson y Hammer, 2011). Aunque se desconoce la función exacta de los AE en un vegetal, muchos de ellos atraen insectos para la polinización, otros repelen a insectos nocivos y tal vez algunos actúan como productos metabólicos intermedios.

Los AE son mezclas complejas de compuestos volátiles producidos por organismos vivos (generalmente de origen vegetal), aislados por medios físicos a partir de especies cuyo origen taxonómico es conocido. Los principales compuestos químicos presentes en los AE son los terpenoides y fenilpropanoides (Can Baser y Buchbauer, 2010). Sin embargo, hay un número casi incontable de sustancias químicas individuales y una enorme variación en la composición de los AE que depende, no sólo de la especie de origen, sino también de la parte de la planta extraída, del clima y de los suelos de procedencia, entre otros múltiples factores. La unidad básica de los terpenoides es el isopreno, sin embargo, la formación de los terpenoides no obedece al simple hecho de una asociación de repetitivas unidades de isopreno, sino que se ven envueltas una serie de reacciones químicas entre las que podemos mencionar oxidación, reducción, descarboxilación, sustitución, reordenamiento esquelético y procesos de ciclización enzimática.

Los fenilpropanoides se derivan de aminoácidos aromáticos como la fenilalanina y están compuestos por un anillo aromático de 6 átomos de carbono y una cadena lateral de 3, cuando esta última se acorta a sólo 2 átomos de carbono se forma los benzenoides. Los fenilpropanoides están presentes en los aceites esenciales con menor frecuencia y menor abundancia que los terpenoides, sin embargo, en ciertos géneros y familias de plantas éstos se encuentran incluso como componentes mayoritarios (Friedrich, 1976), ejemplos comunes son los compuestos mayoritarios en AE del anís y clavo, anetol y eugenol respectivamente.

Los AE son almacenados por las plantas en células especializadas que pueden ser externas, como por ejemplo glándulas o tricomas (conocidos también como pelos glandulares), presentes en ciertas hojas y flores; o internas, tales como células oleíferas y conductos resiníferos presentes en los tejidos de algunas raíces, maderas y cortezas. (Panshin y de Zeeuw, 1980)

La extracción de los aceites esenciales de las plantas aromáticas se realiza mediante la aplicación de diversos métodos que generalmente dependen de la parte de la planta que los contenga. A los fines de este trabajo concierne el método de hidrodestilación.

En el proceso de hidrodestilación, el aceite contenido en las células del material vegetal se difunde a través de las paredes celulares por ósmosis y, una vez

fuera de ellas, es arrastrado por la corriente de vapor de agua (Can Baser y Buchbauer, 2010), que se condensa al chocar con el tubo refrigerante y cae en una trampa de Clevenger.

Una vez extraídos de la planta, los AE conforman mezclas complejas de compuestos químicos de bajos pesos moleculares, volátiles y caracterizados por poseer fuertes fragancias. Los AE, generalmente son líquidos a temperatura ambiente, presentan baja solubilidad en agua, son solubles en grasas, solventes orgánicos y otras sustancias hidrofóbicas (Carson y Hammer, 2011).

Los AE han sido usados por la humanidad desde hace cientos de años, incluso milenios, en medicina popular y más tarde en la preparación de cosméticos, jabones, colonias, perfumes y maquillaje en general. A partir de mediados del siglo XX, el avance de técnicas científicas ha permitido que los múltiples estudios realizados avalen la actividad biológica de los AE como antivirales, antiinflamatorios, anticancerígenos, antibacteriales, antioxidantes y acaricidas, entre otros.

Una de las aplicaciones modernas más extendidas de los AE es la aromaterapia, el aroma de estas sustancias llega al cerebro vía inhalación o absorción a través de la piel, ejerciendo efectos terapéuticos sobre las condiciones físicas de tensión muscular, desordenes menstruales y digestivos, afecciones de la piel, o actuando sobre la psique como ansiolítico, sedante y antidepresivo (Can Baser y Buchbauer, 2010).

El término *taxonomía* tiene su origen en un vocablo griego que significa "ordenación". Se trata de la ciencia de la clasificación que se aplica en biología para la ordenación sistemática y jerarquizada de los grupos de animales y de vegetales, la asignación de nombres, la elaboración de las claves dicotómicas de identificación y la creación de los sistemas de clasificación.

La descripción de las hojas para los individuos pertenecientes a la familia *Myrtaceae* (Sánchez-Vindas, 2009) pone en evidencia que los AE son indicador taxonómico de esta familia de plantas, por su característica de *pelúcido-punteada* y la presencia generalizada de *glándulas aromáticas*: "...Hojas simples, opuestas, raramente subalternas (excepto en algunos de los géneros introducidos que poseen hojas alternas), enteras (raramente crenadas), pelúcido-punteadas, con glándulas generalmente resinosas y aromáticas."

## MATERIALES Y MÉTODOS

1. Se realizó la selección de las especies a estudiar, tomando en cuenta que éstas debían tener, entre sus características taxonómicas, la presencia de célula oleíferas en las hojas. Las plantas seleccionadas fueron halladas en los alrededores de la FCFA:

- ◆ *Callistemon viminalis*.
- ◆ *Psidium guajava*.
- ◆ *Myrcia splendens*.

2. El estudio se basó en las hojas de los árboles, éstas fueron seccionadas a manos con la finalidad de reducir a partículas de menor tamaño.

3. Después de la determinación del factor de sequedad, las cantidades de peso conocido fueron sometidas a hidrodestilación en réplicas de 2 para cada especie.

$$\text{Factor de sequedad} = \frac{\text{masa seca}}{\text{masa húmeda}}$$

4. Se midió el rendimiento en volumen a intervalos de tiempo de destilación con la finalidad de elaborar curvas de registro de tiempos adecuados para obtención de AE a partir de las hojas de cada especie.

5. Se tomó 1 ml de cada producto de destilación para determinar la densidad.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa (g)}}{\text{volumen (mL)}}$$

6. Se calculó el rendimiento del AE de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{peso AE (g)}}{\text{peso hojas húmedas (g)} * \text{factor de sequedad}} * 100$$

7. Se determinó el poder calorífico en hojas y en AE, siguiendo las indicaciones para el uso del calorímetro PARR 1341. Para las determinaciones de PCS en líquidos, es conveniente usar cápsulas de gelatinas como contenedores del combustible, éstas tienen PCS aproximados a 18600 J/g y peso promedio de 0,12 g.

8. Se realizó la revisión de publicaciones científicas relacionadas con AE provenientes de las especies usadas, actividad biológica de los compuestos mayoritarios y posibles aplicaciones.

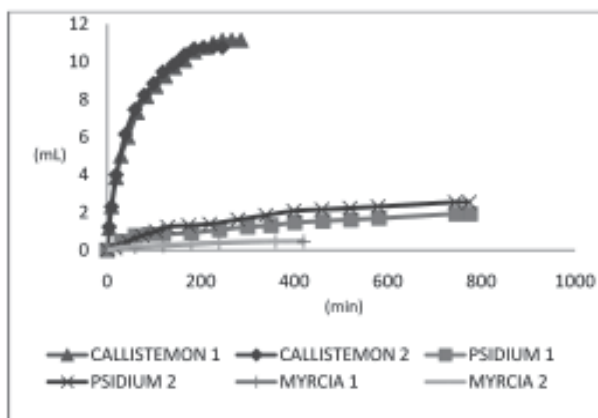


Figura 1. Tiempos necesarios para alcanzar valores máximos de producción de AE en las muestras sometidas a destilación por arrastre de vapor.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

La figura 1 representa las curvas de tiempo de destilación de las 3 especies de la familia *Myrtaceae*. A partir de este gráfico se calculó el tiempo necesario para obtener el rendimiento total aceptable del proceso de destilación para cada especie, observando que el tiempo requerido de hidrodestilación no es igual para todas las materias primas. Los rangos de horas de destilación aceptables para *C. viminalis*, *P. Guajava* y *M. Splendens* se estiman entre 3 a 4, 9 a 10 y 5 a 6 respectivamente. Es interesante mencionar, por ejemplo, que la destilación de raíces de vetiver requiere más de 48 horas para alcanzar valores de rendimiento menores a 2%.

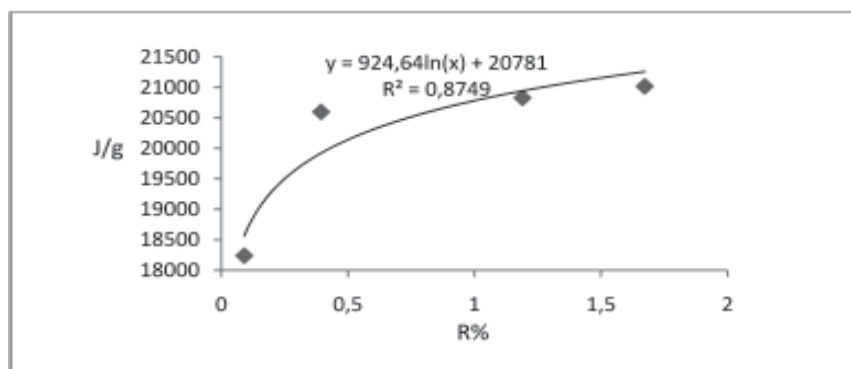


Figura 2. Gráfica experimental de rendimiento de AE en función del poder calorífico de la materia prima.

La figura 2 representa la posible relación que existe entre las cantidades de AE contenidos en cada materia prima y los respectivos potenciales calóricos de las muestras antes de ser sometidas a destilación. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) indica que los cambios observados en la variable poder calorífico (J/g) se deben en gran medida (más de 85%) a los cambios de la variable rendimiento (R%) de metabolitos secundarios. Sin embargo, se observa que la relación XY no es lineal sino que para rendimientos más bajos de AE los cambios producidos en el potencial calórico son mayores que los observados para rendimientos más altos. Este fenómeno puede ser atribuido a que el PCS del material original jamás podrá ser mayor que el PCS de los AE una vez aislados. Para formular la anterior suposición en este estudio, se hizo uso de los resultados que el grupo PROMNMAFOR obtuvo en anterior oportunidad con hojas de la especie *Pimenta dioica*, perteneciente también a la familia *Myrtaceae*, con la finalidad de incrementar los datos promedio disponibles para un mejor ajuste de la ecuación de la función.

Tabla 1. Resultados obtenidos

Especie	<i>P. dioica</i>	<i>C. viminalis</i>	<i>P. guajava</i>	<i>M. splendens</i>
Densidad_AE	0,9405 g/mL	0,8805 g/mL	0,9111 g/mL	0,8326 g/mL
PCS_Hojas	20827,80 J/g	21016,95 J/g	20598,35 J/g	18239,24 J/g
PCS_AE+cápsula	38475,55 J/g	43776,47 J/g	44808,75 J/g	-----
Rendimiento	1,19 %	1,67 %	0,39 %	0,09 %
Tiempo total	228 min	266 min	775 min	405 min
Volumen total	9,378 mL	9,874 mL	1,864 mL	0,478 mL

PCS= Poder calorífico superior

La tabla 1 resume los datos de valores promedio de los ensayos en 2 réplicas por cada especie. Para obtener los valores de PCS\_AE hay que restar el factor 2232 debido al PCS de la cápsula de contención. Se observa altos potenciales energéticos de los AE, cercanos a 40000 J/g (9570 cal/g).

Tabla 2. Componentes Químicos mayoritarios en % y actividad biológicas de los AE a partir de las hojas

Especie	<i>P. dioica</i>	<i>C. viminalis</i>	<i>P. guajava</i>	<i>M. splendens</i>	Actividad biológica reportada
Humuleno <sup>4</sup>	10,12		17,50		antialérgica, antiinflamatoria, hipotermisante, sedativa, estimulante venoso
1,8 cineol <sup>7</sup>	14,69	45,00-83,20	7,00		expectorante, mucolítico, estimulante
$\alpha$ y $\beta$ pineno <sup>1</sup>		6,40		14,60	estimulante descongestionante antivirico, antitumoral
$\alpha$ terpineol <sup>3</sup>	4,90				aroma floral cítrica, anticonvulsivo, hipotensivo, sedativo
Eugenol <sup>7</sup>	31,14-82,56				antimicrobiano, anestésico, bactericida
$\beta$ cariofileno <sup>4</sup>	6,47		7,2-46	6	antialérgica, antiinflamatoria, hipotermisante, sedativa, estimulante venoso

$\beta$ bisaboleno <sup>4</sup>			19,21		antialérgica, antiinflamatoria, hipotermisante, sedativa, estimulante venoso
Sesquifelandr eno <sup>4</sup>			14,75		aeromona de aroma a jengibre, antirinoviral
<i>p</i> cymeno <sup>4</sup>					estimulante linfático, antialérgica, tonificante
Guaiol <sup>5</sup>				31,00	aroma amaderado, sedante, antioxidante
Carotol <sup>5</sup>				9,90	antioxidante, rejuvenecedor de la piel, bactericida
Chavicol <sup>7</sup>	7,40				antiinfeccioso potente, hipertensivo, inmuoestimulante
Oxido de cariofileno <sup>6</sup>			4,62-13,80	3,60	citotóxica, preservante en alimentos y cosmético, antimicótica
% Total reportado	100,00	100,00	61,96	65,10	

<sup>1</sup>monoterpeno; <sup>2</sup>alcohol monoterpénico; <sup>3</sup>éter monoterpénico; <sup>4</sup>sesquiterpeno; <sup>5</sup>alcohol sesquiterpénico; <sup>6</sup>terpenoide oxidado; <sup>7</sup>fenilpropanoide.

En la tabla 2 se muestran los componente mayoritarios de los AE obtenidos a partir de las hojas de las especies de la familia *Myrtaceae* analizadas. La recopilación de datos referidos a dichos componentes se hizo a través de una revisión bibliográfica de documentos científicos confiables. Dogna (2009); Oyedeji, Lawal, Shodey Oyedeji (2009); Karioti, Skaltsa y Gbolade (2007); Hernandez, Rodriguez y García (2003); Brophy, Forster, Goldsack, Hibbert y Punruckvong (1997); Brophy y Doran (1996).

## CONCLUSIONES

Se obtuvo AE de las tres especies de la *Myrtaceae* estudiadas y, aunque los rendimientos varían notablemente, todas poseen aplicaciones terapéuticas probadas científicamente.

El poder calorífico de las muestras antes de la hidrodestilación puede ser indicativo del rendimiento final de AE de la materia prima, asimismo, podría ser indicativo del grado de combustibilidad del material.

Es conveniente detener el proceso de hidrodestilación en puntos cercanos al comienzo de la tendencia asintótica de las curvas  $f(\text{tiempo})=R\%$ , los parámetros deben ser establecidos para cada materia prima a procesar.

**Agradecimiento:** Al profesor Armando Rondón quien, con su experiencia en botánica, ha sido colaborador en este trabajo y otras múltiples ocasiones. Al CDCHT-ULA, por el apoyo financiero a través del programa ADG.