

Dr. Eduardo Dellacassa, Bachs.  
Daniel Lorenzo y Daniel Paz.  
Cátedra de Farmacognosia, Facultad de  
Química, Uruguay.

## Procesos de extracción aplicados a la obtención de productos aromáticos de origen vegetal

El objetivo de la aplicación de operaciones unitarias en el campo de la ingeniería química y bioquímica para la extracción de productos naturales consiste en efectuar un cambio en el material sólido y/o líquido para obtener la separación de un conjunto de compuestos de interés.

Estas operaciones, de acuerdo con el método empleado para la separación, se pueden clasificar como de tipo mecánico o difusional. Las operaciones mecánicas se emplean para separar mezclas y las difusionales para las soluciones. Un ejemplo clásico de una separación mecánica es la clasificación de sólidos por tamizado; una difusional es la destilación.

En la Figura 1 se resume una clasificación de las operaciones unitarias.

En nuestro caso nos ocuparemos de las operaciones unitarias difusionales, ya que éstas comprenden la mayoría de los procesos extractivos aplicados a los productos aromáticos, la separación se realiza debido a la transferencia por "difusión" de uno o varios componentes cuando dos fases se ponen en contacto. Por difusión se entiende el movimiento a escala molecular de componentes químicos dentro de una sustancia de una región de alta concentración a una de baja concentración.

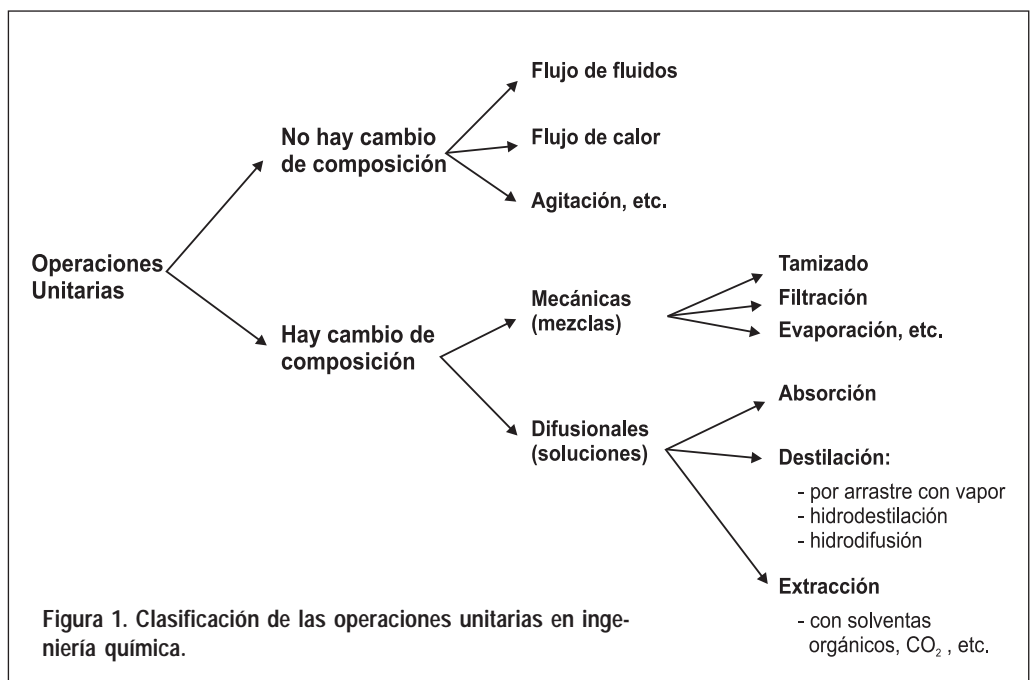


Tabla 1.- Principales estructuras vegetales donde se localizan los productos aromáticos (De Silva, 1995)

ESTRUCTURA CELULAR	EJEMPLOS
Pelos glandulares	Lamiaceae, Verbenaceae, Geraniaceae
Cavidades esquizógenas (células separadas unas de otras)	Myrtaceae, Poaceae, Asteraceae
Canales lisígenos (espacios resultantes por disolución celular)	Rutaceae
Canales resinosos	Coniferae
Canales gomosos	Cistaceae, Burseraceae

Desde tiempos inmemorables el hombre ha utilizado al reino vegetal para la obtención de productos de uso alimenticio, curativo o cosmético. El método de aislamiento de los materiales aromáticos a partir de plantas es función, entre otros factores, del tipo de material a procesar. Asociado a esto, es importante considerar el lugar de localización de la sustancia aromática dentro de la estructura celular, la cual es a su vez dependiente del tipo de material vegetal y de la familia botánica de la misma.

### Tipos de estructuras celulares en el material vegetal aromático

En la Tabla 1 se muestran algunos ejemplos del tipo de estructuras celulares donde se localizan los aceites esenciales en ciertas familias del reino vegetal.

Como regla general para aquellas partes vegetales que contengan el aceite esencial en elementos celulares superficiales (caso de la menta o la lavanda) la extracción puede realizarse a presiones normales, mientras que los materiales que contengan la fracción

aromática en elementos más internos (caso del vetiver y frutos de Umbelíferas por ejemplo) deberán ser procesados en lo posible con una mayor presión (Denny, 1991).

Las condiciones de trabajo en las que se procesa un determinado material vegetal para la obtención de aceite esencial dependerán de diferentes factores como ser:

- naturaleza del material (hojas, raíces, tallos)
- ubicación del aceite
- tratamiento poscosecha (procesado en fresco, grado de secado, disminución de tamaño)
- características del proceso (destilación, extracción con solventes, métodos mecánicos)
- diseño del equipo (dimensiones, materiales)
- factores operacionales (tiempo de extracción, temperatura, presión)

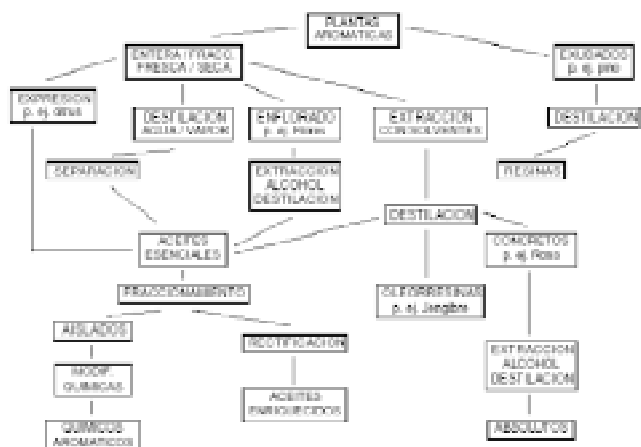
### Métodos de obtención de los aceites esenciales

Los principales métodos utilizados para obtener aceites esenciales a partir de plantas aromáticas son los siguientes:

- Destilación con agua o hidrodestilación.
- Destilación por arrastre con vapor.
- Destilación con agua y vapor. Cohobación.
- Destilación previa maceración.
- Expresión
- Otras técnicas para la extracción de aceites esenciales

En la Figura 2 se representan los procesos utilizados y los productos provenientes de material vegetal aromático.

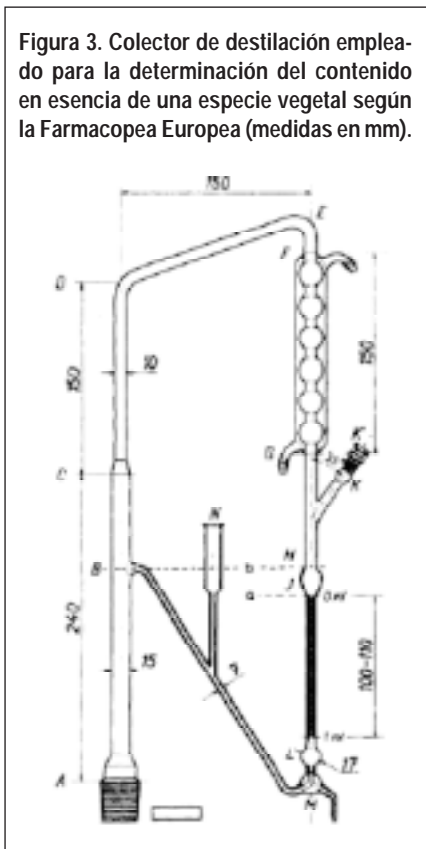
Figura 2. Procesos utilizados y productos provenientes de plantas aromáticas. (De Silva, 1995).



## Destilación con agua (Hidrodestilación)

El principio de la destilación en agua es llevar a estado de ebullición una suspensión acuosa de un material vegetal aromático, de tal manera que los vapores generados puedan ser condensados y colectados. El aceite, que es inmiscible en agua, es posteriormente separado. Este sistema de extracción es particularmente empleado en zonas rurales que no cuentan con instalaciones auxiliares para la generación de vapor. En la destilación con agua el material vegetal siempre debe encontrarse en contacto con el agua. Un factor de especial importancia a considerar es el de que, si el calentamiento del extractor es con fuego directo, el agua presente dentro del extractor deberá ser suficiente y permanente para llevar a cabo toda la destilación a fin de evitar el sobrecalentamiento o carbonización del material vegetal, dado que este hecho provocaría la formación de olores desagradables en el producto final.

Figura 3. Colector de destilación empleado para la determinación del contenido en esencia de una especie vegetal según la Farmacopea Europea (medidas en mm).



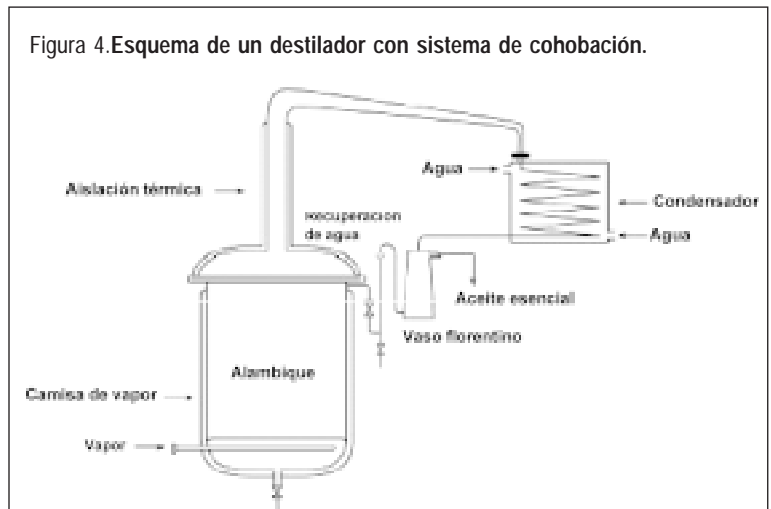
Es importante realizar pruebas preliminares a nivel de laboratorio antes de efectuar destilaciones a gran escala. El equipo recomendado para realizar estas pruebas preliminares es el sistema Clevenger modificado (Figura 3).

Este sistema representa una herramienta muy útil en la caracterización de las plantas aromáticas a través de sus aceites esenciales a la vez que permite disponer de información primaria para modelar a escala laboratorio algunos parámetros de proceso. Todo proceso industrial debería considerar las variaciones que pueden ocurrir como consecuencia del escalado.

El tiempo total de destilación es función de los componentes presentes en el aceite esencial. Si el aceite contiene compuestos de alto punto de ebullición, el tiempo de destilación deberá ser mayor. Dado que generalmente no es posible colocar suficiente agua para soportar todo el ciclo de destilación, se han diseñado equipos que presentan un tubo de cohobación lateral que permite el retorno de agua hacia la olla. Un ejemplo de este tipo de cohobación a escala de producción se ve en la Figura 4.

Los aceites esenciales obtenidos mediante destilación en agua normalmente presentan notas más fuertes y un color más oscuro con respecto a los producidos por otros métodos. Por lo tanto, es posible decir en general que los aceites producidos por destilación en

Figura 4. Esquema de un destilador con sistema de cohobación.



agua son de menor calidad que los producidos por otros métodos por las siguientes razones:

- Algunos componentes como los ésteres son sensibles a la hidrólisis, mientras que otros componentes tales como los hidrocarburos monoterpénicos acíclicos o los aldehídos, son susceptibles de polimerización
- Los compuestos oxigenados, tales como los fenoles, tienden a ser parcialmente solubles en el agua de destilación, hecho por el cual es imposible la remoción completa de estos compuestos
- Los tiempos requeridos de destilación son demasiado largos, lo cual se asocia a un detrimento de la calidad del aceite obtenido.

Una ventaja de este procedimiento es que el costo involucrado para la fabricación del equipo es de los más bajos comparativamente, además de que su operación no requiere de servicios de energía eléctrica, vapor, aire u otros.

### Destilación por arrastre con vapor

La extracción por arrastre con vapor de agua, puede considerarse el procedimiento más sencillo y seguro. Está basado en que la mayor parte de las partes olorosas que se encuentran en una materia vegetal pueden ser arrastradas por el vapor de agua.

La destilación por arrastre con vapor que se emplea para extraer la mayoría de los acei-

tes esenciales es una destilación de mezcla de dos líquidos inmiscibles y consiste básicamente en una vaporización a temperaturas inferiores a las de ebullición de cada uno de los componentes volátiles por efecto de una corriente directa de vapor de agua, el cual ejerce la doble función de calentar la mezcla hasta su punto de ebullición y disminuir la temperatura de ebullición por adicionar la tensión de vapor del vapor que se inyecta, a la de los componentes volátiles de los aceites esenciales. Los vapores que salen del cuello de cisne se enfrían en un condensador donde regresan a la fase líquida, los dos productos inmiscibles, agua y aceite esencial y finalmente se separan en un decantador o vaso florentino.

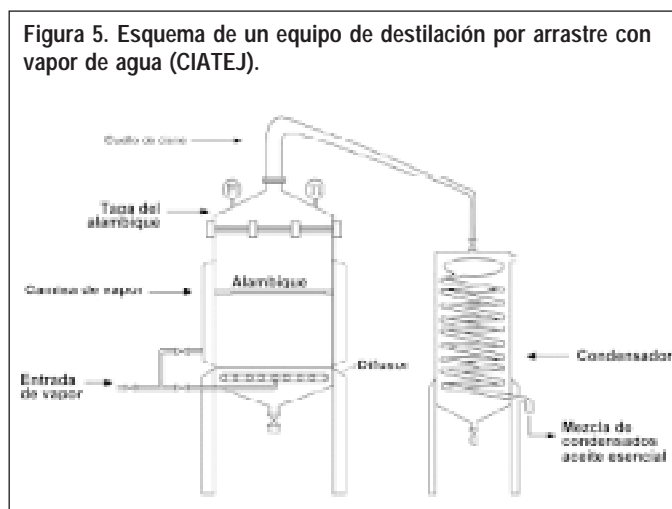
En la Figura 5 se muestra un esquema de un equipo de extracción por arrastre con vapor de agua a nivel piloto desarrollado en el CIATEJ-México (Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco).

En los diseños más modernos de destiladores de este tipo, el vapor se genera dentro de una camisa en el cuerpo del extractor, lo que significa un importante ahorro de energía, pues el calor que irradia esta camisa hacia adentro sirve para precalentar el material vegetal en el interior del extractor, reduciendo la cantidad de vapor necesaria para llegar a la temperatura de destilación de la esencia.

La destilación de plantas aromáticas y medicinales, se efectúa, a menudo, con vapor directo, en extractores con capacidades que varían de 50 litros para los de nivel de laboratorio, a los de 1.000 a 6.000 litros para las instalaciones de gran envergadura. Por otra parte, la destilación de plantas aromáticas se efectúa generalmente con bajas presiones, con el fin de no deteriorar los constituyentes del aceite esencial por efecto de una temperatura muy elevada. Sin embargo, es necesario para cierto tipo de esencias como es el caso del vetiver (*Vetiveria zizanioides*) o clavo de olor (*Eugenia caryophyllata*) de operar con presiones de 1 a 2 bar. Se logra reducir el tiempo de destilación y conducir a un mejor rendimiento, sin perjudicar la calidad de las esencias.

### Destilación con agua - vapor.

En este caso el vapor puede ser generado mediante una fuente externa o dentro del



propio cuerpo del extractor, aunque separado del material vegetal. La diferencia radical existente entre

estos sistemas y el anteriormente mencionado es que el material vegetal se encuentra suspendido sobre un tramado (falso fondo) que impide el contacto del material vegetal con el medio líquido en ebullición. Este sistema reduce la capacidad neta de carga de materia prima dentro del extractor pero mejora la calidad del aceite obtenido. En la Figura 6 se muestra un equipo tradicional de un proceso de destilación vapor - agua.

Si la cantidad de agua contenida en el extractor no es suficiente para sostener el proceso de destilación, es conveniente utilizar un sistema de cohobación a través del cual, el agua ya condensada es retornada al cuerpo del extractor para volver a ser calentada.

### Destilación previa maceración

En algunos casos la plantas aromáticas requieren ser sometidas a un proceso de maceración en agua caliente para favorecer la separación de su aceite esencial ya que sus componentes volátiles están ligados a otras sustancias, formando componentes glicosidados. El método se aplica para extraer el aceite de semilla de almendras amargas, bulbos de cebolla, bulbos de ajo, semillas de mostaza, hojas de gaulteria y hojas y corteza de abedul.

### Separación de los aceites esenciales del condensado

De acuerdo a la densidad de los aceites obtenidos, se utilizan diferentes tipos de separadores cuyo diseño (Figura 7) permite una separación rápida, eficiente y continua del aceite y el agua de condensación producida durante la destilación.

Como se observa en la Figura 7, existen diferentes opciones de sistemas de separación del aceite a partir de los condensados. Estas diferencias en el diseño de los separadores son consecuencia de:

- diferentes relaciones de densidades entre el aceite y el agua de condensación (aceites "pesados" y "livianos")

Figura 6. Equipo tradicional de destilación vapor - agua.



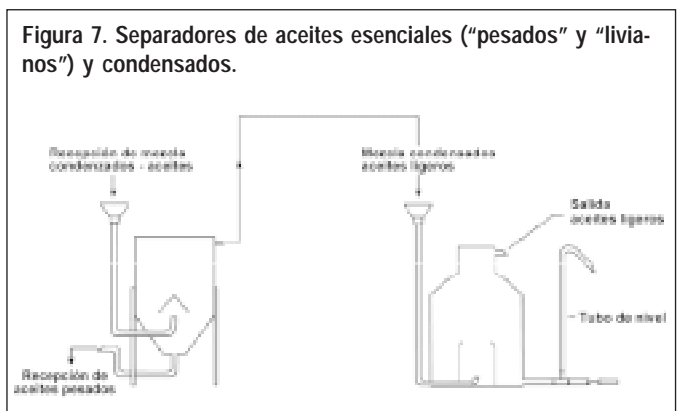
- optimización de la separación del aceite buscando minimizar pérdidas
- lograr una separación eficiente en el menor tiempo posible posibilitando un proceso continuo de extracción.

### Métodos mecánicos de extracción de aceites esenciales. Procesos de expresión aplicados a los cítricos

En la expresión el material vegetal es exprimido mecánicamente para liberar el aceite y este es recolectado y filtrado. Este método es utilizado para el caso de la esencia de cítricos.

Estos procesos son aplicados a los frutos de los cítricos. Todos los métodos se basan en la ruptura de las glándulas secretoras de aceite y en recolectar en forma inmediata la esencia, para evitar ser absorbida por la corteza esponjosa que resulta después de este tipo de procesos. Por esta razón todas las

Figura 7. Separadores de aceites esenciales ("pesados" y "livianos") y condensados.



máquinas que procesan los cítricos cuentan con un sistema de aspersión de agua que moja constantemente la superficie del fruto.

### Otras técnicas para la extracción de aceites esenciales

Se han desarrollado otras posibilidades tecnológicas para la obtención de aceites esenciales en función de una mejora del rendimiento, mejora de la calidad del producto, usos especiales o como consecuencia de la búsqueda de soluciones tecnológicas al proceso de diferentes tipos de materiales vegetales.

Algunos ejemplos, que no se discutirán en este documento pero que se encuentran en la literatura especializada que se incluye, son:

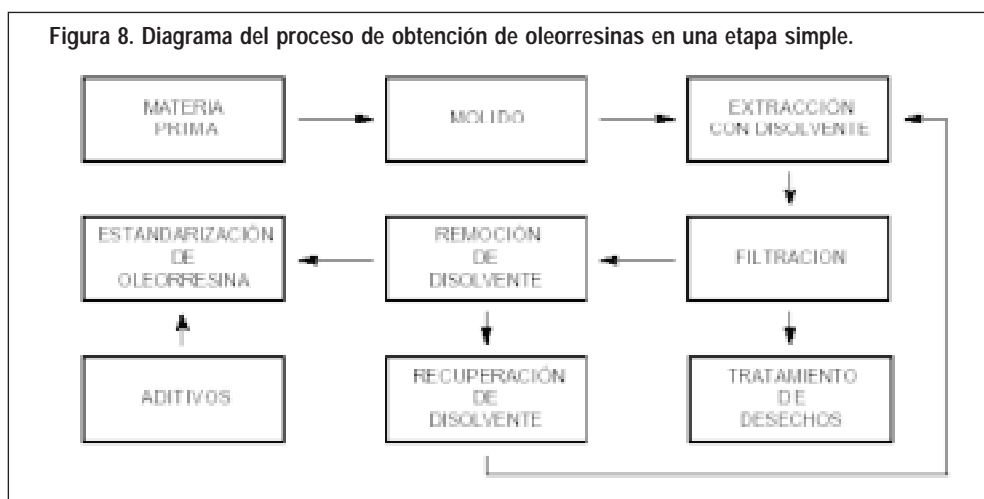
- Hidrodifusión
- Utilización de los ultrasonidos en el proceso extractivo de hidrodestilación

- Extracción por microondas
- Extracción con fluidos en estado supercrítico.

### Elaboración de oleorresinas de especias y hierbas aromáticas

El término oleorresina se utiliza para designar los extractos obtenidos mediante utilización de disolventes orgánicos en especies aromáticas, una vez que el disolvente ha sido removido completamente. Las oleorresinas de especies herbáceas contienen, además de los aceites esenciales, los aceites vegetales fijos, pigmentos, y algunos otros principios activos. La composición final es función del disolvente utilizado.

El proceso de obtención de oleorresinas en una simple etapa se muestra en la Figura 8.



### Bibliografía

- De Silva, T. 1995. A manual on the Essential Oil Industry. Ed. UNIDO, Viena
- Denny, E.F.K. (1991). Field Distillation for herbaceous oils.
- Real Farmacopea Española, 1997.
- Bandoni, A. (ed.). 2003. Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica. Su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores. 2<sup>da</sup> Edición. CYTED, Subprograma IV, Proyecto IV.6. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- E. Dellacassa, P. Moyna, P. Menéndez. 2002. Métodos Analíticos en Oleos Essenciais. En: Biotecnología, avanços na agricultura e na agroindústria. L. Atti Serafini, N. Monteiro de Barros, J.L. de Azevedo (eds.). Editorial EDUCS, Caxias do Sul.
- Lawrence, B.M. 1993. A planning scheme to evaluate new aromatic plants for the flavor and fragrance industries. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York,