



15

Las plantas: sus aromas y sus beneficios

Dra. Luz María Calvo Irabien

Lic. Silvia Vergara Yoisura

Q. F. B. Rosa Grijalva Arango

Unidad de Recursos Naturales

Descripción

Se identificarán aquellas plantas aromáticas a las que regularmente se les da uso medicinal, se emplean para cocinar y para elaborar productos de higiene personal. Asimismo, se observarán los **tricomas** de varias plantas aromáticas con el **microscopio** y se implementará un método de extracción de aceites esenciales.

Objetivo general

Conocer a las plantas aromáticas y sus aceites esenciales, así como sus usos, características y obtención.



Materia afín

- Biología.
- Ecología.
- Química.

Pregunta inicial

¿Por qué unas plantas tienen aroma y otras no?



¿Qué vas a aprender?

- Por qué hay plantas que huelen.
- Cultivo de plantas aromáticas.
- Métodos para obtener aceites esenciales.
- Los compuestos químicos de las plantas aromáticas.
- Usos de los aceites esenciales.



PANORAMA GENERAL DEL TEMA

Las plantas que despiden un aroma particular se distinguen de las demás por el hecho de contener compuestos **volátiles** dentro de sus células. Al ser liberados se mezclan con el aire y podemos percibirlos a través del olfato. Estas moléculas volátiles son muy ligeras, es decir, de bajo peso molecular y con una presión de vapor alta, lo que resulta en una mayor facilidad para evaporarse a temperatura ambiente.

En la península de Yucatán existen 167 especies de plantas aromáticas; 123 son nativas, lo cual indica que su desarrollo y crecimiento se puede dar con facilidad y de manera natural en la región (Calvo-Irabien, 2012). En la literatura existen reportes de que dichas especies han sido utilizadas desde hace muchos años como plantas aromáticas con fines medicinales, en rituales o como condimentos. Sin embargo, se tiene poco conocimiento de sus compuestos químicos y los usos de valor comercial que se les podrían dar. Otra de las bondades de estas plantas es su cultivo, que se puede llevar a cabo con un manejo agrícola bastante simple, además de que muchas de ellas poseen un ciclo de vida corto, de fácil **propagación**, con resistencia a plagas y enfermedades, y buena resistencia a las sequías.

Una planta aromática es fácil de identificar, ya que al estrujarla se puede percibir su aroma y sabor. Esto se debe a su contenido de aceites esenciales (AE). En la **Figura 1** podemos apreciar algunas plantas aromáticas.



Figura 1. Plantas aromáticas: A) *Piper auritum*, B) *Porophyllum ruderale*, C) *Lantana involucrata* (Fotografías: Rosa Grijalva A., 2023).



Los AE son mezclas complejas que presentan de 50 a 300 compuestos volátiles de naturaleza química muy diversa, son insolubles en agua, de consistencia viscosa y cada uno tiene un olor característico (Stashenko, 2009).

En las plantas aromáticas, los aceites esenciales se producen y se encuentran almacenados en estructuras especializadas llamadas tricomas, o bien, en células oleíferas o canales secretores según la especie.

Los AE tienen un papel importante en la protección de las plantas, ya sea como antibacterianos, antifúngicos y/o insecticidas, aunque también pueden atraer algunos insectos para favorecer la dispersión del polen o las semillas (Bakkali et al., 2007). Los AE no solo les sirven a las plantas, también a los seres humanos que han aprendido a utilizarlos en su vida cotidiana. Son empleados por sus propiedades fisiológicas y terapéuticas para el tratamiento de afecciones de la piel y de las vías respi-

ratorias, y como materia prima en la industria química, cosmética y agroalimentaria (Bandoni, 2002). También son utilizados como saborizantes, colorantes y conservadores debido a su **actividad antioxidante** (Tomaino et al., 2004), y como antibacterianos (Burt, 2004) y antifúngicos. Actualmente se tienen nuevas aplicaciones, como en la agronomía, y son utilizados para el control de plagas agrícolas (Juárez-Rosete et al., 2013).

Los aceites esenciales son extraídos de las plantas aromáticas por medio de la técnica de **destilación por arrastre de vapor** de agua. En la **Figura 2** se muestra uno de los equipos utilizados para realizarla en el laboratorio.

De manera casera también existe la forma de habilitar la destilación por arrastre de vapor. Posiblemente el rendimiento no sea igual al realizado con un equipo de laboratorio. En el siguiente enlace podrán encontrar un video al respecto:

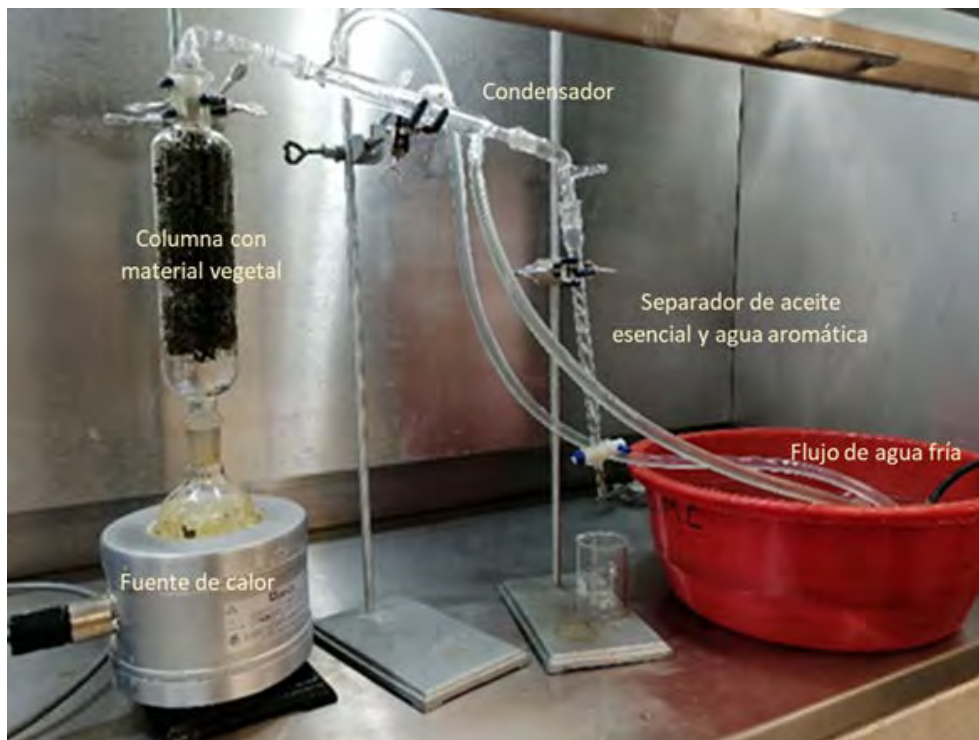


Figura 2. Equipo de destilación por arrastre de vapor de agua (Fotografía: Rosa Grijalva A., 2023).



El alquimista verde

«Cómo hacer un destilador casero para agua e hidrolatos (video 6)»

Enlace: <https://youtu.be/fUg5VMZ6np4?si=AXE0RRwpGyvRSHvO>

En el destilador se genera vapor de agua que penetra rompiendo las células del tejido vegetal y arrastra la mezcla de compuestos volátiles presentes en ellas. Esta mezcla se concentra al pasar por el condensador, en el que circula una corriente de agua fría por medio de un **refrigerante**.

Otra técnica para extraer el AE es la del prensado en frío, la cual es empleada para el caso de los aceites provenientes de la cáscara de los frutos (como los cítricos).

La cantidad de AE que producen las plantas aromáticas es por lo general muy pequeña, entre un 0.01 a un 6% del peso seco del material vegetal destilado.

La composición química de un **aceite esencial** está definida por los **metabolitos** o compuestos presentes en él y por las proporciones de estos, y se puede deber a diversos factores, como la genética, el estado de desarrollo, la parte de la planta o también pueden ser factores no ligados a ella, como el lugar de origen, el clima, el tipo de suelo, las prácticas de cultivo o hasta el tiempo y método de extracción (Sangwan et al., 2001; Bandoni, 2002; Barra, 2009).



PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

La finalidad de este proyecto es que el alumnado conozca las plantas aromáticas y sus aceites esenciales, importantes en la planta para su sobrevivencia y su reproducción, pero que también se emplean por las

personas para distintos fines. Además, se espera que aprendan a propagar plantas aromáticas, cómo y dónde se producen los AE en las plantas, así como su proceso de extracción.



DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Actividad 1. Propagación de las plantas aromáticas



Pregunta de investigación

¿Cómo podemos propagar las plantas aromáticas?



Objetivo

Realizar dos métodos de propagación de plantas aromáticas de la localidad utilizando varetas y semillas.



Lista de materiales

- Planta progenitora para obtener las varetas.
- Tijeras de jardinería.
- Papel húmedo.
- Tierra negra.
- Arena.
- Bolsas de polietileno (15 cm de diámetro por 20 cm de alto).
- Semillas maduras de plantas aromáticas.
- Charola con cavidades.
- Agrolita.
- Agua.



Desarrollo

A) Propagación por varetas

La propagación por varetas o estacas es un método de reproducción asexual donde la progenie tiene las mismas características de la planta progenitora. En la **Figura 3** se muestra el proceso.

1. De la planta progenitora se corta la estaca, justo debajo del **nudo** (nódulo o protuberancia del tallo donde emergen las hojas). La vareta deberá tener de 15 a 25 cm de largo, con al menos dos nudos con un diámetro de entre 0.3 a 0.8 cm.
2. Se repite la operación hasta obtener el número de varetas deseadas.
3. Cuidadosamente se eliminan todas las hojas con las tijeras de jardinería.
4. Se empaquetan las varetas con papel húmedo para su transporte y se mantienen en un sitio fresco hasta su siembra. No debe pasar mucho tiempo, de preferencia sembrarlas de 3 a 4 horas después de cortarlas.

5. Se prepara una buena mezcla de arena y tierra negra en proporciones iguales en las bolsas de polietileno.
6. Finalmente, luego de 3 o 4 meses, cuando las estacas hayan desarrollado un buen sistema radicular, se procederá al trasplante a campo en pocetas de 30 x 30 cm a una distancia de 1 metro de ancho entre plantas.



Figura 3. Propagación por varetas: A) corte de vareta, B) varetas cortadas y forma de conservación, C) varetas sembradas en bolsas, D) brote de vareta (Fotografías: Silvia Vergara Y., 2023).

Nota



El área de siembra de las varetas para el enraizamiento debe ser fresca y sombreada. El enraizamiento y brote de hojas en las estacas inicia 2 o 3 semanas después de la siembra, pero varía dependiendo de la especie.



Lo que debes saber



Las varetas o estacas se obtienen de ramas que crecieron en la estación anterior, cuando la etapa de crecimiento concluyó e inició la caída de las hojas (otoño-invierno).

Se seleccionan ejemplares vigorosos y sanos que crecieron en condiciones de completa iluminación para que el contenido de las reservas alimenticias sea alto. La colecta debe realizarse, de preferencia, antes de las 8:00 h o después de las 17:00 h para evitar la pérdida de agua.

B) Propagación por semillas

La propagación por semillas es una forma de reproducción sexual. En la **Figura 4** se observa parte del proceso.

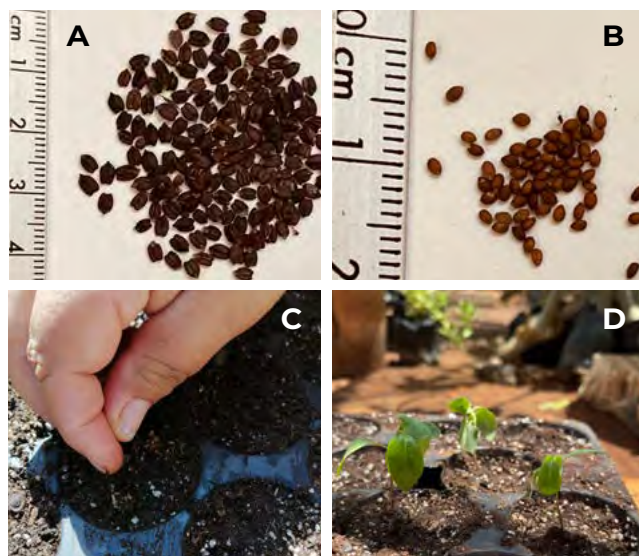


Figura 4. Germinación de: A) semillas de *xolte'xnuk* (*Mesosphaerum suaveolens*), B) semillas de albahaca de monte (*Ocimum campechianum*), C) siembra de semillas en charola, D) plántulas de *Ocimum campechianum* (Fotografías: Silvia Vergara Y., 2023).

1. Se colectan semillas maduras de las especies que se desean propagar.
2. Se llena una charola con cavidades con una mezcla de tierra y agrolita en una proporción de 7:3.
3. Se humedece la charola y se le hacen pozos de 1.5 cm de profundidad y ahí se siembran 3 semillas por cavidad.
4. La charola se mantiene en un lugar fresco y húmedo para tener un buen porcentaje de germinación.
5. Una vez obtenido el brote y alcance unos 15 cm de altura, se puede trasplantar al sitio elegido.

Para concluir

Con estas dos formas de propagación de plantas es posible obtener suficientes individuos para su cultivo y uso, y ayudar a preservar la especie.



Actividad 2. Observación e identificación de tricomas glandulares en plantas aromáticas



Pregunta de investigación

¿Qué apariencia tienen los tricomas glandulares en las plantas aromáticas?



Objetivo

Observar e identificar las estructuras donde las plantas aromáticas producen y almacenan los aceites esenciales.



Lista de materiales

- Hojas de plantas aromáticas.
- Hojas de papel para secado de manos.
- Agua destilada para humedecer el papel.
- Bolsas de plástico con sello.
- Portaobjetos.
- Microscopio, estereoscopio o lupa.
- Cámara fotográfica (puede ser del celular).



Desarrollo

En la **Figura 5** podemos ver las indicaciones para la observación de los tricomas glandulares.

1. Primero se colectan las hojas de diferentes plantas aromáticas. Para evitar que se deshidraten, se colocan entre las hojas de papel húmedo y después se guardan dentro de las bolsas de plástico con sello.
2. Las hojas colectadas se colocan con el envés hacia arriba sobre el portaobjeto. Posteriormente se

observan con el microscopio, estereoscopio o lupa.

3. Hay que identificar las estructuras llamadas tricomas y anotar las diferencias como la forma y la cantidad que existe entre las especies de plantas aromáticas.
4. Enfocar un buen campo donde los tricomas se observen nítidos; en caso de tener cámara fotográfica, realizar tomas poniendo el lente de la cámara en un ocular del microscopio para obtener la imagen.

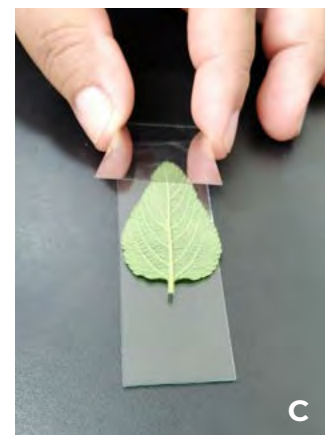


Figura 5. Observación de tricomas glandulares: A) planta aromática, B) colecta de diferentes hojas y proceso para evitar que se deshidraten, C) colocación de la hoja con el envés hacia arriba en portaobjeto (Fotografías: Silvia Vergara Y., 2023).



Lo que debes saber



La cantidad, forma y tamaño de los tricomas glandulares pueden variar entre especies y también entre plantas de la misma especie. Esto se debe al efecto del ambiente, pues diferentes ambientes (luz, agua, nutrientes, plagas, etc.) afectan de manera diversa. En la **Figura 6** se muestran tricomas vistos al microscopio.

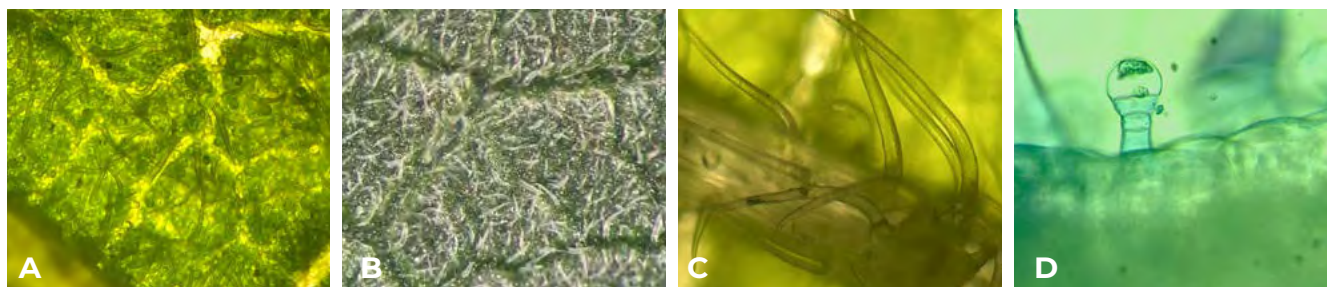


Figura 6. A y B) Tricomas glandulares de *Lippia origanoides* vistos en un microscopio óptico con objetivo 10X, C y D) tricomas glandulares de *Lippia origanoides* vistos con microscopio óptico con objetivo 40X (Fotografías: Silvia Vergara Y., 2023; y Karina Canul, 2011).

Para concluir

Según las observaciones en el microscopio óptico, hay plantas que tienen mayor cantidad de tricomas glandulares o de diferen-

tes formas, como nos señala la **Figura 6**. Se constató que algunas plantas también desarrollan tricomas glandulares en los tallos. La forma, tamaño y cantidad también difieren mucho entre especies de plantas.



Actividad 3. Extracción de aceite esencial por medio de arrastre de vapor (equipo de laboratorio)



Pregunta de investigación

¿Podemos extraer aceite esencial con un equipo de laboratorio?



Objetivo

Realizar la extracción de aceite esencial con instrumentos del laboratorio (equipo de destilación por arrastre de vapor).



Lista de materiales

- Planta aromática (25 g).
- Báscula para pesar hojas.
- Regulador de voltaje.
- Matraz balón de 250 ml.
- Manta de calentamiento.
- Columna.
- Mangueras.
- Condensador.
- Bureta.
- Pipeta Pasteur y bulbo.
- Vial de vidrio, de preferencia ámbar.
- Equipo de recirculación de agua con mangueras.
- Bomba de agua (las que se usan en las peceras).
- Agua destilada.

El procedimiento para la destilación por arrastre de vapor se muestra en la **Figura 8**.



Desarrollo

1. Se pesa el material seco o fresco (pueden ser hasta 25 g en seco o hasta 50 g en fresco, lo que quepa en una columna de 15 cm x 6 cm).
2. El material se deposita en la columna de destilación, procurando que el tejido no quede muy apretado.
3. Al matraz balón se le añaden 200 ml de agua destilada. Se coloca en una manta de calentamiento, se empata con la columna y de ahí con el condensador, al cual se le conectan unas mangueras para



Figura 8. Proceso de destilación por arrastre de vapor: A) báscula para pesar hojas, B) manta de calentamiento, C) matraz balón con agua, D) columna con hojas, E) condensador, F) bureta (separa el agua del aceite), G) flujo de agua fresca, H) registro de peso de vial sin aceite, I) peso del vial con aceite, J) separación del aceite (Fotografías: Rosa Grijalva A., 2023).



recircular el agua fresca con la ayuda de una bomba de pecera. De esa forma se logrará una mejor condensación.

4. En el condensador se adapta una bureta para ir recibiendo el destilado (aceite e hidrolato).
5. El tiempo de destilación es de aproximadamente 50 minutos. Una vez que pase ese tiempo, se apaga la manta de calentamiento y hay que esperar que deje de salir el destilado para quitar la bureta adaptada al condensador.
6. Con una pipeta Pasteur se toma el aceite y se deposita en un vial limpio.

Nota



Los aceites esenciales deben guardarse bien sellados para evitar que se volatilicen. Deben reposar en un lugar fresco y seco (podría ser en el refrigerador). Así conservarán sus propiedades por 2 o 3 años.

Lo que debes saber



Los aceites esenciales son líquidos, tienen una densidad menor a la del agua (0.95 g/ml) y son de color amarillo a amarillo claro. Dado que son extractos vegetales muy concentrados, algunos resultan irritantes. Por ello deben siempre aplicarse diluidos en un aceite vegetal como de oliva, de coco o ajonjolí.

Dependiendo de los compuestos que estén presentes en el aceite, serán sus características **organolépticas**. De ello dependerá el uso que se le dará a cada aceite esencial.

Para concluir

Con este método de laboratorio, usando un equipo de destilación por arrastre de vapor, resulta más efectivo conseguir un mejor rendimiento. Obtener aceites esenciales con equipo de arrastre de vapor no involucra mucha inversión monetaria.



Actividad 4. Elaboración de productos con aceites esenciales



Pregunta de investigación

¿Los aceites esenciales pueden ser usados con seguridad para elaborar productos de uso cotidiano?



Objetivo

Llevar a cabo la elaboración de dos productos de uso cotidiano con aceites esenciales.



Lista de materiales

Para preparar gel antibacterial

- 120 ml de alcohol etílico al 70%.
- 0.6 g de carbopol.
- 6 gotas de trietanolamina.
- 8 gotas de glicerina pura.
- 4 gotas de aceite esencial de albahaca.
- 8 gotas de aceite esencial de citronela.
- Vaso de precipitado de 250 ml.
- Agitador.
- Recipiente (frasco o bote dispensador).



Figura 9. Material empleado para la preparación de gel antibacterial (Fotografía: Rosa Grijalva A., 2023).

Para preparar repelente de insectos

- Vaso de precipitado.
- 10 ml de alcohol etílico al 70%.
- 5 ml de glicerina.
- 100 ml de agua purificada.
- 20 gotas de aceite esencial de clavo.
- 6 gotas de aceite esencial de citronela.
- 20 gotas de aceite esencial de eucalipto.
- 1 gota de jabón líquido.
- Colorante vegetal.
- Atomizador.



Figura 10. Material empleado para la preparación de repelente de insectos (Fotografía: Rosa Grijalva A., 2023).

Nota

Al preparar el gel antibacterial, es importante que el carbopol este muy bien disuelto en el alcohol antes de añadir la trietanolamina; hay que agitar suavemente para que se forme el gel.



Desarrollo

Para preparar gel antibacterial

- Poner el alcohol en un vaso de precipitado.
- Agregar poco a poco el carbopol.
- Agitar muy bien y dejar reposar 15 minutos.
- Tras ese lapso, agregar 8 gotas de glicerina y los aceites esenciales.
- Verter en el recipiente.
- A la mezcla hay que agregar 6 gotas de trietanolamina.
- Agitar el frasco, pues eso provocará que se gelifique rápidamente.

Para preparar repelente de insectos

En un vaso de precipitado se agrega el agua purificada, la glicerina, el jabón líquido, el alcohol y los aceites. Si se desea, se puede añadir colorante vegetal. Se vierte dentro del atomizador y se agita antes de usar.

Lo que debes saber



El aceite esencial de citronela posee propiedades **antisépticas**. Por su parte, los aceites esenciales de clavo y eucalipto son buenos repelentes.

Para concluir

Algunos aceites extraídos de plantas endémicas de la península, como el de la albahaca de monte (*Ocimum campechianum*), se utilizan como un ingrediente para preparar estos productos debido a sus propiedades antibacterianas. También se emplean en la preparación de insecticidas, los cuales no causan irritación en la piel, y como base de repelentes para los moscos, siendo amigables con el medio ambiente.



CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO

Debido a sus propiedades antibacterianas, antifúngicas e insecticidas de los aceites esenciales, nos fue posible fabricar dos productos: un repelente de moscos y un gel antibacterial. Ambos contienen AE,

los cuales no causan irritación en la piel; por lo tanto, pueden ser usados tanto por personas adultas e infantes y cuentan con propiedades antisépticas, además de ser amigables con el medio ambiente.



SEMBLANZAS DE LAS AUTORAS

Luz María Calvo Irabien

«Por más de 25 años he desarrollado investigación científica y docencia en el CICY, donde trabajo en proyectos que buscan entender la importancia de las plantas aromáticas y sus aceites esenciales. Disfruto escribiendo publicaciones científicas y formando estudiantes en temas relacionados con el manejo sustentable y la conservación de la biodiversidad».

Silvia Vergara Yoisura

«Desde hace 24 años laboro en el CICY. Realicé estudios de licenciatura en Diseño Gráfico en la Escuela Nacional de Artes Plásticas (ENAP)-Xochimilco-UNAM. Mi interés por las ciencias biológicas surgió por mi colaboración como ilustradora científica de plantas de la península de Yucatán. He cursado diplomados y cursos relacionados con áreas de ciencias biológicas y agronómicas. He participado en proyectos de inves-

tigación, formación de recursos humanos, organización de eventos académicos y de divulgación científica. He colaborado en artículos científicos, de divulgación, libros, capítulos de libro, etc.».

Rosa Grijalva Arango

«Mi formación académica es de química farmacobióloga; tengo laborando en el CICY 25 años. He trabajado con varias especies de plantas como coco, banana y orquídeas, identificando enfermedades y realizando cultivo de tejidos. Actualmente trabajo con plantas aromáticas, principalmente endémicas de la península de Yucatán, así como en la extracción de sus aceites esenciales, los cuales se analizan como potenciales fungicidas y bactericidas. Talento CICY es una oportunidad que tienen las y los estudiantes hacia la ciencia, y así resolver sus inquietudes».



GLOSARIO

Aceite esencial: es un extracto vegetal obtenido mediante la destilación por arrastre de vapor de agua. Es una mezcla compleja que va de 50 a 300 compuestos volátiles, insoluble en agua y cada uno con su olor característico.

Actividad antioxidante: sustancia que protege a las células contra los radicales libres.

Antiséptico: sustancia antimicrobiana aplicada sobre la piel o alguna superficie para evitar infecciones bacterianas.

Destilación por arrastre de vapor: proceso en el que se genera vapor de agua, el cual penetra rompiendo las células del tejido vegetal y arrastra la mezcla volátil, la cual se condensa al pasarle una corriente de agua fresca por medio de un condensador.

Hidrolato: agua con aroma que se genera de la destilación por arrastre de vapor y que contiene algunas moléculas presentes en el aceite esencial y otras distintas, especialmente afines a disolverse en agua.

Metabolitos: se clasifican en dos grandes grupos, los primarios y los secundarios. Los metabolitos primarios son aquellos que están involucrados de forma directa en el crecimiento, desarrollo y reproducción de un organismo con una función fisiológica importante; y los metabolitos secundarios no están involucrados en estos procesos de forma directa. La ausencia de un metabolito primario suele conllevar la muerte inmediata o a corto plazo, mientras que la ausencia de un metabolito secundario no.

Microscopio: con él se pueden observar objetos y especímenes demasiado pequeños para ser estudiados a simple vista, pero

demasiado grandes para ser estudiados bajo el microscopio compuesto. Su magnificación va desde 5X hasta más de 60X y usan luz reflejada sobre la superficie del objeto bajo estudio.

Nudo: está presente en el tallo de una planta, donde se desarrollan y crecen las hojas, las flores, los brotes y las raíces aéreas.

Organolépticas: son particularidades que se miden a través de análisis sobre las sensaciones que producen al paladar de quien los consume. Este análisis sensorial se basa en cuatro parámetros básicos: color, sabor, textura y aroma.

Propagación: puede ser de manera sexual por semillas y existe variación genética, ya que se da por la unión de dos células; mientras que la asexual se da por varetas, esquejes, injertos, bulbos y acodos, donde no existe variación genética, es decir, los nuevos individuos son iguales a la planta madre.

Refrigerante o condensador: aparato de vidrio que permite transformar a fase líquida los gases o vapor que se desprenden del proceso de destilación. Consiste en un doble tubo, uno interior donde pasa el vapor y el otro exterior donde circula el líquido refrigerante o agua fresca; este último lleva dos ductos donde se acoplan mangueras.

Tricoma glandular: generalmente presenta una cabeza uni o pluricelular y tiene células que secretan sustancias que liberan al medio o la superficie de la propia planta.

Volátil: capacidad de un compuesto orgánico de evaporarse en condiciones ambientales debido a su bajo peso molecular y presión de vapor.



REFERENCIAS

- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2007). Biological effects of essential oils--a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Bandoni, A. (Ed). (2002). *Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica: su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores*. Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).
- Barra, A. (2009). Factors affecting chemical variability of essential oils: a review of recent developments. *Natural Product Communications*, 4(8), 1147-1154).
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223-253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>
- Calvo-Irabien, L. M. (2012) *Plantas aromáticas de Yucatán*. Centro de Investigación Científica de Yucatán.
- Juárez-Rosete, C. R., Aguilar-Castillo, J. A., Juárez-Rosete, M. E., Bugarín-Montoya, R., Juárez López, P., & Cruz-Crespo, E. (2013). Hierbas aromáticas y medicinales en México: tradición e innovación. *Revista Bio Ciencias*, 2(3), 119-129. <https://doi.org/10.15741/revbio.02.03.06>
- Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., De Pascale, A. & Saija, A. (2004). Influence of heating and antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. *Food Chemistry*, 89(4), 549-554. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.011>
- Sangwan, N. S., Farooqi, A. H. A., Shabih, F., & Sangwan, R. S. (2001). Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation*, 34, 3-21. <https://doi.org/10.1023/A:1013386921596>
- Stashenko, E. E. (2009). *Aceites esenciales*. Universidad Industrial de Santander, Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales (CENIVAM). <https://es.slideshare.net/SheylaMalena/aceites-esenciales-elena-e-stashenko-cenivam-universidad-industrial-de-santander-unlocked-2>