

El papel de la luz en la producción de aceites esenciales de plantas aromáticas

Humberto Raúl **Pacheco-Sánchez**
Carlos Eligio **Hernández-Navarrete**

Los aceites esenciales (AEs) han generado interés en las industrias farmacéutica, cosmética y alimentaria debido a su amplia gama de compuestos bioactivos. Estos aceites son extraídos de plantas aromáticas como la albahaca, el romero, la menta, la hierbabuena y el orégano, entre otras, y se emplean para la elaboración de productos relajantes, medicamentos y alimentos funcionales. Se sabe que las plantas aromáticas, al igual que las no aromáticas, requieren para desarrollarse un suelo rico en nutrientes y condiciones ambientales adecuadas como agua, temperatura, humedad relativa y luz. La luz es un elemento indispensable para la vida en el planeta y es la fuente de energía para el desarrollo primario de las plantas. Pero, ¿sabemos cómo la luz puede ayudar o perjudicar la producción de los AEs?

LA LUZ

La luz es la zona del espectro electromagnético visible para el ojo humano; dicha zona va desde el rojo (700 nm) hasta el violeta (420 nm), pasando por el naranja (600 nm), el amarillo (570 nm), el verde (520 nm) y el azul (480 nm). A la derecha de esta zona visible, con una mayor cantidad de energía, se encuentra la radiación ultravioleta (UV)

(100-400 nm), y a la izquierda la radiación infrarroja (700 nm-1 mm).

La radiación fotosintéticamente activa (PAR), aproximadamente en el mismo rango que la luz visible, forma parte fundamental del metabolismo primario de las plantas, ya que interactúa con la clorofila y otros pigmentos antena en la fotosíntesis. En este proceso se crean moléculas de glucosa y otros azúcares a partir de agua y dióxido de carbono. Las moléculas de azúcar resultantes entran en otras rutas bioquímicas para generar biomasa y compuestos bioactivos, entre ellos, los AEs.

Las plantas responden a diferentes longitudes de onda de luz a través de moléculas llamadas fotorreceptores, de las que existen cinco grupos: fitocromos, criptocromos, fototropinas, UVR8 y zeaxantina. Estos fotorreceptores están relacionados con procesos como el ciclo circadiano (reloj interno), la defensa ante niveles excesivos de radiación UV, el fototropismo (inclinación de la planta hacia la fuente de luz), entre otros. En este sentido, la luz proporciona energía vital para el desarrollo y crecimiento de las plantas, pero también actúa como una señal externa para activar respuestas de defensa que desencadenan la producción de compuestos bioactivos. La luz roja y la azul interactúan con la planta para la producción de fenoles, flavonoides y AEs. Al someter a la planta a diferentes longitudes de onda, la composición de los AEs puede cambiar. Por ejemplo, la albahaca, bajo una longitud de onda entre 400 nm y 660 nm (azul y rojo), y según la cantidad (tiempo e intensidad) de luz que recibe durante el día, produce mayor cantidad de AEs, entre los cuales se encuentran el eugenol, linalol, estragol, timol y cineol (Chu *et al.*, 2020).

La luz blanca está constituida por todas las radiaciones luminosas de distinto color: violeta, azul, amarillo, verde, naranja y rojo. Los objetos absorben la luz del color complementario al del color que muestran; es decir, que los objetos son del color de la luz no absorbida. En el proceso de la fotosíntesis, los cloroplastos utilizan principalmente la energía correspondiente al color rojo y azul (extremos de la

luz visible), y reflejan el color verde característico de las plantas (De las Rivas, 2000). Cabe mencionar que hay plantas que tienen otros pigmentos antena, como los carotenoides, que producen otro tipo de colores.

PLANTAS AROMÁTICAS

Las plantas aromáticas son parte fundamental de la cultura en la mayoría de los países latinoamericanos por su valor gastronómico y medicinal. En México, se han reportado más de 3,100 especies de plantas aromáticas, las cuales tienen en común una elevada cantidad de compuestos o principios activos. Dichos compuestos cuentan con propiedades bioquímicas muy específicas. Los principios activos son sintetizados por las plantas como metabolitos secundarios y se pueden clasificar en tres grandes grupos: terpenos, fenoles y alcaloides. Las plantas aromáticas se dividen en tres familias botánicas. La primera familia es Alliaceae, cuyos integrantes normalmente cuentan con bulbo y se pueden encontrar en zonas templadas y cálidas; como ejemplos: cebolla, ajo, cebolleta, entre otras. La segunda es Apiaceae, poco frecuente en zonas tropicales y desérticas; ejemplos: zanahoria, perejil, eneldo, entre otros. Por último, la familia de las Lamiaceae, en la cual se encuentran la albahaca, el orégano, la mejorana, entre otras (Leos *et al.*, 2020).

ACEITES ESENCIALES

Los AEs están formados por diversos compuestos que incluyen terpenos y compuestos aromáticos como fenoles, alcoholes, aldehídos entre otros. Estos compuestos bioactivos pueden exhibir actividades biológicas, como propiedades antibacterianas y antifúngicas. Los grupos fenólicos los hacen adecuados para su uso como compuestos con interés farmacológico, aromatizantes y conservadores (Paucarchuco *et al.*, 2023).

Los AEs son los principales productos que se aíslan de hojas, corteza, tallo, flores, semillas, raíces y frutos de diferentes plantas aromáticas. El nombre de aceite esencial se originó a partir de "esencia", es decir, la presencia de fragancias y sabores. Los compuestos bioactivos que se encuentran en los

AEs son volátiles por naturaleza y tienen un papel beneficioso para la defensa de las plantas ante el estrés ambiental (Maurya *et al.*, 2021).

EFFECTO DE LA LUZ EN LA PRODUCCIÓN DE ACEITES ESENCIALES

La luz ha sido considerada como uno de los factores externos que más afectan a la producción de metabolitos secundarios en las plantas (Tohidi *et al.*, 2020). La cantidad y la calidad de la luz juegan un papel importante en la producción de AEs en las plantas, y se ha demostrado que afecta a los compuestos volátiles de las hierbas. El contenido de AEs en las plantas varía de acuerdo con el espectro de luz presente durante el cultivo (Milenković *et al.*, 2021).

La combinación de luz roja, azul y radiación UV, o cada una por separado, puede modificar la síntesis

de metabolitos secundarios; esto se debe a la modulación de las enzimas en las vías de síntesis de metabolitos secundarios relacionados con la fotosíntesis; dichas vías de síntesis se activan o inactivan en función de la longitud de onda a la que se exponga la planta. Se ha demostrado que la intensidad luminosa promueve la producción de carotenoides y clorofila b por la estimulación de la actividad enzimática en respuesta a un estrés luminoso (Morales, 2021).

La luz afecta a las plantas en todas sus etapas de crecimiento. La variación de las longitudes de onda influye en el metabolismo de las plantas en forma compleja. Una sobreexposición puede desencadenar un proceso oxidativo que es perjudicial y causa la muerte de la planta si no se detecta a tiempo. En la actualidad, los diodos emisores de luz (LED) permiten controlar las longitudes de onda a las que se expone la planta para aumentar su producción de aceite esencial. Se cuenta ya con estudios



© Honorio Cruz. *Los pescadores*.
Cerámica de alta temperatura, 57 x 72 cm.



© Honorio Cruz. De la serie *Navegando juntos*. Cerámica de alta temperatura, 43 x 73 x 15 cm.

del efecto de la luz LED en la producción de aceite esencial en plantas de orégano, albahaca blanca, mejorana, menta, entre otras. Se ha realizado investigación para innovar en sistemas de iluminación que proporcionen las longitudes de onda específicas para incrementar el metabolismo secundario y, por ende, incrementar la producción de los AEs en diferentes plantas aromáticas (Sarfraz *et al.*, 2023).

CONCLUSIÓN

La luz forma parte fundamental del proceso de fotosíntesis mediante el cual las plantas generan los metabolitos primarios, fundamentales para la vida de la planta, y los metabolitos secundarios, entre los cuales se encuentran los AEs. En la actualidad, se busca generar tecnología para controlar la intensidad, calidad y fotoperiodo de la luz con el objetivo de obtener un mejor rendimiento en la producción de AEs en plantas aromáticas.

AGRADECIMIENTOS

Al CONAHCYT por las becas 1262185 y 1277469 proporcionadas para la realización de estudios de posgrado. A la Universidad Autónoma de Querétaro por los recursos otorgados a través de la convocatoria FONFIVE-2024.

REFERENCIAS

Chu Chu HT, Vu, TN, Dinh, TT, Do PT, Chu HH, Tien TQ and Setzer WN (2022). Effects of Supplemental Light Spectra on the Composition,

Production and Antimicrobial Activity of *Ocimum basilicum* L. Essential Oil. *Molecules* 27(17):5599. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27175599>.

De la Rivas J (2000). La luz y el aparato fotosintético. En Azcón-Bieto J y Talón M (Eds.) *Fundamentos de Fisiología Vegetal* (pp. 131-153). McGraw-Hill, España.

Leos AS, Saavedra RD y Viveros E (2020). Plantas aromáticas posiblemente útiles contra el SARS-CoV-2 (Covid-19). *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica* 39(6): 744-752. DOI: <https://www.redalyc.org/journal/559/55965387014>.

Maurya A, Prasad J, Das S and Dwivedy AK (2021). Essential Oils and Their Application in Food Safety. *Frontiers* 5:653420. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.653420>.

Milenković L, Ilić ZS, Šunić L, Tmušić N, Stanojević L, Stanojević J and Cvetković D (2021). Modification of light intensity influence essential oils content, composition and antioxidant activity of thyme, marjoram and oregano. *Saudi Journal of Biological Sciences* 28(11):6532-6543. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.07.018>.

Morales Becerril CDJ (2021). La calidad de la luz y la relación con el crecimiento y metabolismo secundario en *Thymus vulgaris*. Tesis de maestría. Recuperada de: <https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/68947941-0ee3-40a8-a9da-2ddcf1ae4c88>.

Paucarchuco J, Torres ER, Javier HJ y Vilchez JE (2023). Aceites esenciales: Interés agroindustrial por los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de plantas aromáticas. *Advances in Science and Innovation* 2(2):10-19. DOI: <https://doi.org/10.61210/asi.v2i2.65>.

Sarfraz D, Rahimmalek M, Sabzalian MR, Gharibi S, Matkowski A and Szumny A (2023). Essential Oil Composition and Antioxidant Activity of Oregano and Marjoram as Affected by Different Light-Emitting Diodes. *Molecules*. 28(9):3714. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28093714>.

Tohidi B, Rahimmalek M, Arzani A and Sabzalian MR (2020). Thymol, carvacrol, and antioxidant accumulation in *Thymus* species in response to different light spectra emitted by light-emitting diodes. *Food chemistry* 307:125521. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125521>.

Humberto Raúl Pacheco-Sánchez
Carlos Eligio Hernández-Navarrete
Facultad de Ingeniería
Universidad Autónoma de Querétaro
hernandez.navarrete.carlos@gmail.com