

El beneficio del estrés en las plantas

Ángel Enrique Reyes Blas¹
Rubén Hernández Morales²

Introducción

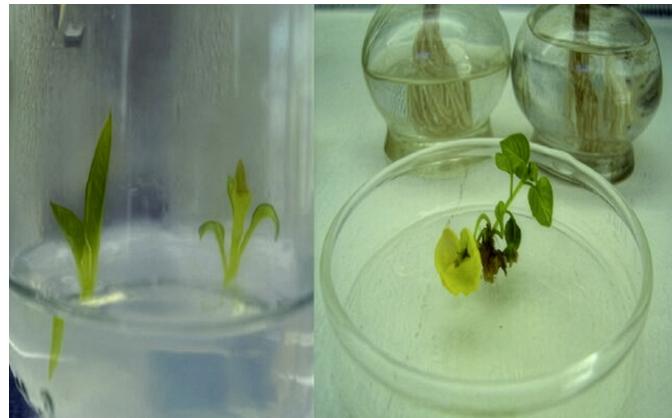
Las plantas, han sido una fuente importante de nutrientes en la alimentación humana y cuentan con diferentes propiedades, de las cuales, se pueden obtener múltiples beneficios, destacando entre ellos el uso de sus metabolitos secundarios (Bueno-López *et al.*, 2022), compuestos químicos que se producen cuando están expuestas a diferentes tipos de estrés, influidos por factores bióticos (provocados por la acción nociva de otro organismo vivo) y abióticos (inducidos por parámetros físicos, químicos y radioactivos).

La interacción de las plantas con factores bióticos y abióticos activan genes encargados de la producción de moléculas químicas que brindan protección contra las diferentes adversidades que tienen que enfrentar, para poder adaptarse a su entorno y sobrevivir (Millas y France, 2021). Además, dichos compuestos varían en cada especie taxonómica y la mayor parte del tiempo son productos de bajo peso molecular que se encuentran en bajas concentraciones.

Cabe mencionar que, durante mucho tiempo, los metabolitos fueron ignorados por la comunidad científica, hasta que se realizaron investigaciones con especial énfasis en dilucidar qué es lo que podían hacer con ellos y los beneficios que se

Figura 1

*Explantes nodales y floración in vitro de tomate tetraploide (*Physalis ixocarpa*)*



Nota. Tomado de García-Osuna *et al.* (2015).

podían obtener, por lo tanto, empezaron a aislar esas moléculas reactivas para la creación de productos de interés humano y animal, de esta manera, los métodos para extraer dichos compuestos fueron mejorando cada día, a tal punto que ahora las especies vegetales se pueden “cultivar” de manera artificial, por llamarlo de ese modo, utilizando reactivos químicos con la capacidad de dar a la planta todos los nutrientes que necesita para desarrollarse y crecer, de esto sigue someter a la planta a los factores de estrés (García-Morales y León-Morales, 2021). Estos métodos se realizan todos de manera *in vitro*, es decir, en un laboratorio se crean todas las condiciones necesarias semejando las de la naturaleza (figura 1), todo esto con el fin de obtener de manera masiva cada metabolito secundario.

1. Estudiante del Programa Institucional de Licenciatura en Biotecnología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Email: 1811435a@umich.mx

2. Profesor Investigador de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Email: rhernandez@umich.mx

Factores desencadenantes del estrés en plantas

Los ataques o daños que un organismo vegetal puede sufrir son variados, haciendo que algunas plantas enfermen hasta lograr su muerte, las cuales pueden ser: condiciones climáticas, la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo, insectos que se alimenten de la misma, cada una de estas circunstancias provocan que la especie vegetal no se adapte a su entorno (Guevara y Torres, 2022).

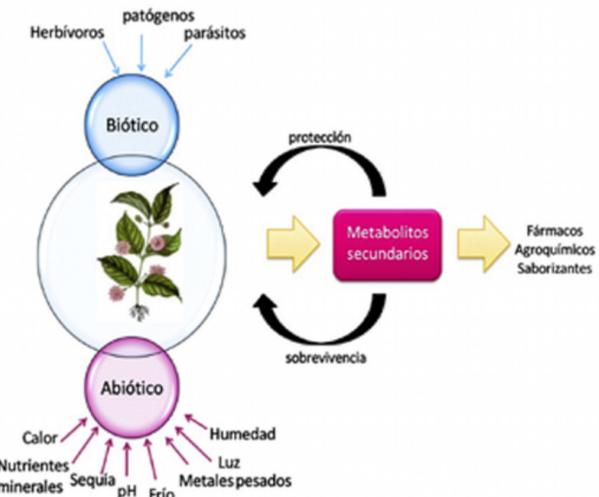
Los factores bióticos, son el tipo de estrés que causan los seres vivos que rodean a la especie vegetal, por ejemplo, la competencia con otros organismos vegetales por la cantidad de nutrientes, agua y luz solar. De igual manera, se encuentran los microorganismos como los hongos y bacterias y, si no es suficiente, también están los insectos que se alimentan de la planta, estos tipos de ataques desencadenan una serie de respuestas de defensa, produciendo metabolitos secundarios, como la producción de moléculas volátiles que pueden atraer a un depredador natural del insecto que está efectuando el daño (figura 2). Pero hay un aspecto que se debe resaltar, existen casos en donde la planta hospedera establece una relación de simbiosis con microorganismos, es decir, se genera una ayuda mutua entre planta- microorganismo aportándole nutrientes. En todo caso, se puede decir que este tipo de acontecimiento no todas las veces son malos, ya que existe una relación benéfica (Bueno-López *et al.*, 2022).

Los factores abióticos, son las causas no vivas y corresponde al clima, la composición del suelo, la disponibilidad de micro y macronutrientes del área, cantidad de agua, el pH del suelo, la temperatura (calor y frío en extremo), metales pesados (plomo y cadmio), movimientos del suelo, la aireación, luz y radiación ultravioleta. Estos factores (figura 2) son los causantes de desencadenar respuestas de defensa y adaptación a la zona donde la especie vegetal se encuentra (Correa y Ramos, 2017).

Tipos de metabolitos secundarios

Los metabolitos secundarios son moléculas químicas provenientes de reacciones metabólicas que

Figura 2
Factores bióticos y abióticos en plantas



Nota. Tomada de Correa y Ramos (2017).

producen diferentes cambios en las células del organismo para mantener una estabilidad óptima, si bien no afectan al crecimiento de la planta proporcionan cierta protección logrando que la planta se adapte al ambiente donde se encuentra. Los grupos principales de metabolitos secundarios son: terpenos, ácidos fenólicos, alcaloides y taninos (Lustre, 2022):

Terpenos. Este metabolito es capaz de cambiar el color y afectar el sabor de las hojas del organismo vegetal al momento que está siendo atacado por algún insecto u otro animal superior, minimizando el daño en sus estructuras foliares y deteniendo el ataque de sus depredadores. Los terpenos juegan un papel importante en el control de la temperatura del organismo vegetal y sirven como atrayente de insectos que favorecen el proceso de polinización.

Ácidos fenólicos. Son los encargados de brindar el color a frutas y hortalizas. Ayudan a la protección de la especie vegetal cuando ésta se encuentra herida, alejando a bacterias y hongos de ella para evitar infecciones.

Alcaloides. Según diversos autores aún no está clara la función de dichos metabolitos, ya que, tienen diferentes roles dentro de la planta; sirven para almacenar el nitrógeno que se encuentra de



Nota. Tomada de Freepik.com

manera excedente dentro de ella, pueden transportarlo a los tejidos foliares para ser descompuestos mediante la acción del agua, además, tienen la misma función que los terpenos cambiando el sabor de las hojas y de otras estructuras del organismo vegetal para evitar la herbivoría.

Taninos. Son empleados por las plantas para usarse a modo de defensa en contra de los patógenos que atacan y también como conservantes de nitrógeno, este último muy importante para producir proteínas y aminoácidos.

Los beneficios de los metabolitos en la humanidad

Las diferentes rutas metabólicas de los organismos vegetales y sus adaptaciones en todo el planeta han permitido contar con un banco de compuestos químicos con bioactividad (para mejorar la salud humana), los cuales han sido poco estudiados, ya que se estima que se desconoce cerca del 97 % de la composición química de la diversidad vegetal. Sin mencionar, que los inventarios de especies

vegetales aún siguen en proceso de construcción. Los compuestos químicos que se han logrado aislar han ayudado a la humanidad a combatir numerosas enfermedades y a reducir las poblaciones de diversos agentes patógenos, ya que son materia prima para la creación de nuevos fármacos (antimicrobianos), insecticidas, herbicidas, plaguicidas, promotores de crecimiento vegetal, productos cosméticos, productos médicos, suplementos alimenticios para el ganado y para humanos, estos últimos con propiedades nutracéuticas, las cuales proporcionan beneficios fisiológicos y en la salud de los seres vivos (García-Morales y León-Morales, 2021).

Conclusión

El estrés en organismos vegetales inducido por factores bióticos y abióticos, activa rutas metabólicas que permiten a través de la expresión genética, la construcción de compuestos químicos útiles para diversas actividades, denominados metabolitos secundarios, mismos que pueden ser compuestos

bioactivos con propiedades nutracéuticas, los cuales cumplen funciones fisiológicas que promueven la salud, o bien, son de interés para el control de plagas, enfermedades o para la generación de cosméticos, suplementos alimenticios y medicamentos. Por ello, la búsqueda de compuestos químicos es una actividad emergente que fomenta el cultivo de organismos vegetales con características únicas, para desarrollar productos que mejoren la calidad de vida de la humanidad.

Conocer los factores que promueven la construcción de metabolitos en organismos vegetales es primordial para estudiantes y profesionales interesados en las áreas de Farmacología, Fisiología Vegetal, Bioquímica y Biotecnología Vegetal, desde el nivel medio superior hasta el posgrado. Este conocimiento no solo fortalece la formación académica, sino que también contribuye a una mayor conciencia social sobre el papel de las plantas como fuente de compuestos bioactivos esenciales para el desarrollo de medicamentos, terapias alternativas y estrategias de bienestar, destacando su impacto positivo en la sociedad.

Referencias

Bueno-López, A. D., Chávez-Ascencio, M., Guerrero-Jaramillo, I., Guido-Mendoza, A. E., Longoria-Vázquez, E. F., Pedroza-Vázquez, M. G., Uribe-Rojas, V. N., Wrobel, K. y Yáñez-Barrientos, E. (2022). Estudio analítico del efecto del estrés abiótico en plantas en la síntesis de metabolitos secundarios. *Jóvenes en la ciencia*. 16, 1-11. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3800>

- Correa, L. J. y Ramos, A. C. (2017). Producción de fármacos provenientes de las plantas. *Revista Orinoquia, Ciencia y Sociedad*. 12-15. <http://investigacion.unitropico.edu.co/wp-content/uploads/2017/07/CUERPO-REVISTA-12-15.pdf>
- García-Morales, S. y León-Morales, J. M. (2021). Estrategia para mejorar la producción de metabolitos secundarios en plantas. *Revista Ciencia UANL*. 24(106), 46-54. <https://cienciuanl.uanl.mx/ojs/index.php/revista/article/view/197>
- García-Osuna, H. T., Escobedo, L., Robledo-Torres, V., Benavides, A., y Ramírez, F. (2015). Germinación y micropropagación de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*) tetraploide. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 12, 2301-2311. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i12.763>
- Guevara, R. G. y Torres, I. (2022). *Manejo del estrés vegetal como una estrategia para una agricultura sostenible*. Universidad de Almería. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Ed2iEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=estr%C3%A9s+en+vegetales&ots=mPghSySNZz&sig=pfm5JRYewbik7fuPk-GUGPmE7RKI#v=onepage&q=estr%C3%A9s%20en%20vegetales&f=false>
- Lustre, H. (2022). Los superpoderes de las plantas: los metabolitos secundarios en su adaptación y defensa. *Revista digital universitaria*. 23(2). 1-8. <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-digital-universitaria/articulo/los-superpoderes-de-las-plantas-los-metabolitos-secundarios-en-su-adaptacion-y-defensa>
- Millas, P. y France, A. (2021). *Manejo de enfermedades en agricultura agroecológica*. En Agroecología Fundamentos y técnicas de producción, y experiencia en la Región de Los Ríos. TRAMA Impresores S.A. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstreams/d01736ae-afc2-427c-a5f0-d73049442ec9/download>