

¿Las plantas hablan? Una mirada a su increíble mundo de comunicación y defensa

Kati Medina-Dzul^{1*}, Mario Sánchez², Horacio Ballina-Gómez¹

Introducción

La comunicación entre plantas es un proceso fascinante, ya que entre ellas pueden avisarse de los peligros cercanos a través de un “vocabulario extenso de moléculas químicas” con las cuales pueden prepararse, protegerse y sobrevivir. Es probable también que las plantas emitan campos magnéticos y ondas acústicas y, si estos campos magnéticos y vibraciones mecánicas pueden extenderse a grandes distancias dentro y fuera de la planta, entonces existe una posibilidad real de que éstas dispongan de medios para comunicarse (Gagliano *et al.* 2012).

La resistencia y tolerancia en las plantas son factores tan importantes, como su defensa la cual genera la producción de compuestos bioactivos o nutraceuticos (*i.e.*, metabolitos secundarios) (Vélez-Terranova *et al.* 2014). Los compuestos nutraceuticos, o sus extractos, pueden proporcionar un beneficio adicional para la salud junto con una buena nutrición, incluidas la prevención y/o tratamiento de una enfermedad crónico-degenerativa (Enríquez-Estrella *et al.* 2022).

Los nutraceuticos ayudan a restablecer una digestión adecuada, permiten la absorción de minerales y vitaminas para prevenir su deficiencia, facilitan la desintoxicación de las células, logran inhibir las reacciones bioquímicas dañinas, facilitan el crecimiento de la microbiota beneficiosas y la excreción de desechos (Anand y Bharadvaja 2022).

La identificación de los mecanismos de defensa, y la producción de nutraceuticos, como respuesta, podrían ser una estrategia para promover una agricultura sostenible y producir alimentos con potencial protector antioxidante para mejorar la salud de los consumidores. El objetivo de este trabajo es describir los mecanismos de comunicación entre las plantas para defensa y supervivencia y la importancia de los metabolitos secundarios (*i.e.*, producidos como mecanismo de defensa).



Copyright © The authors.
ISSN: 2007-431X

Defensas vegetales: un arsenal químico y físico

¿Crees que las plantas puedan defenderse por sí mismas? ¿Acaso pueden comunicarse entre sí? ¿Pueden emitir sonidos? ¿Son capaces de proteger a la salud humana? La respuesta a todas estas preguntas es ¡Sí! Las plantas han desarrollado estrategias para sobrevivir en un entorno hostil y pueden producir moléculas para disuadir depredadores, percibir el tacto, hasta comunicarse a través de señales sonoras y químicas (Bennett y Wallsgrave 1994).

Las plantas producen compuestos químicos, y también estructuras físicas, conocidas como “*defensas vegetales*”, que se clasifican en directas e indirectas (García-Rodríguez *et al.* 2012). Por ejemplo, para evitar ser devoradas por insectos las plantas desarrollaron hojas más gruesas o han sintetizado sustancias aromáticas que atraen a otros insectos, no dañinos para ellas, pero que las protegen de sus depredadores. Este proceso se conoce como control biológico (Stenberg *et al.* 2021).

Además, las plantas producen compuestos (*i.e.*, metabolitos secundarios), como fenoles, capsaicinas, flavonoides, catequinas y antocianinas, que les ayudan a defenderse de patógenos, herbívoros y factores de estrés ambiental como sequías o contaminantes, exceso o falta de radiación solar, daño mecánico, manejo agrícola, estrés salino, entre otros (Mishra *et al.* 2023) (Fig. 1).



Figura 1. Factores que influyen en el estrés vegetal y la producción de metabolitos secundarios (fuente propia).

“Las plantas producen compuestos químicos, y también estructuras físicas, conocidas como “defensas vegetales”, que se clasifican en directas e indirectas.”

Antioxidantes y sus beneficios para la salud humana

El estrés oxidativo desempeña un papel importante para el desarrollo de enfermedades humanas, ya que generan especies reactivas de oxígeno (EROs) que son moléculas tóxicas de oxígeno que ejercen un fuerte poder oxidante. Estos pueden ser superóxidos ($O_2^{\cdot-}$), o hidroxilos (OH), también llamados radicales libres, que pueden liberarse durante el metabolismo humano o pueden llegar por la contaminación ambiental y radiaciones (ionizantes o solar) (Rajendran *et al.* 2014). Estas moléculas se asocian al consumo de alcohol, tabaco, algunos medicamentos o al consumo de alimentos altamente calóricos y el estrés. Todos estos factores involucran muchos compuestos químicos dañinos para el ser humano porque participan en el crecimiento, diferenciación, progresión y muerte celular generando diversas enfermedades, como diabetes, cáncer, artritis, entre otras (Lozano-Picazo y Fernández-Belda 2018).

Pero la buena noticia es que existen los “antioxidantes”, que son metabolitos secundarios generados por las plantas y que no solamente las protegen sino que también son esenciales para la salud humana. Los antioxidantes actúan como protección contra la acumulación de EROs y su eliminación en el sistema (Coronado *et al.* 2015) (Fig. 2).

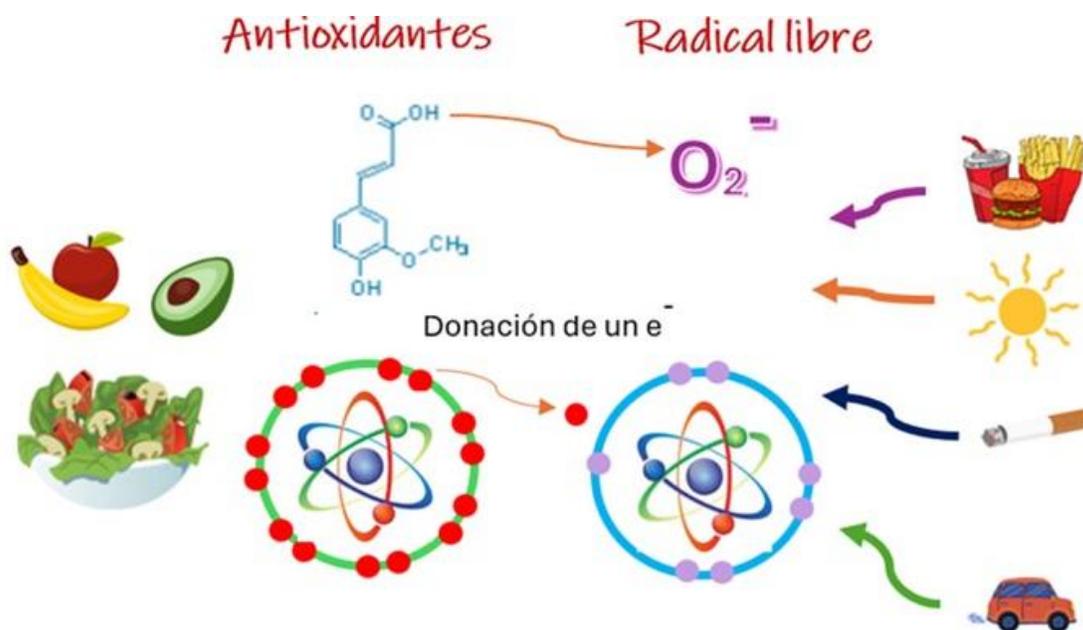


Figura 2. Reacción de estabilización de un radical libre por un antioxidante (fuente propia).

En la mayoría de los alimentos de origen natural, como arándanos, manzanas, brócoli, uvas, cerezas, y fresas, se encuentran fenoles, flavonoides, antocianinas, taninos y ligninas. También, se encuentran pigmentos (*e.g.*, carotenoides, clorofilas, licopenos, xantofilas y betacianinas) en tunas, tomates, zanahorias, sandía, pimientos y lechugas. Estas últimas moléculas les confieren el color característico a los frutos o verduras y son antioxidantes naturales que benefician enormemente nuestra salud. Además, se han encontrado algunos antioxidantes en el café, el vino y el té (Avello-Suwalsky 2006).

Mecanismos de defensa y su implicación con la agricultura

Las defensas químicas son las más destacadas, y las plantas las utilizan para disuadir o envenenar a sus enemigos naturales e incluyen la producción de metabolitos secundarios tóxicos para insectos y microorganismos (Coley y Barone 2001). Las defensas físicas incluyen tricomas y espinas que dificultan el acceso de los depredadores, impiden que los herbívoros se alimenten de sus tejidos y favorecen los mutualismos en los que las plantas alimentan o albergan hormigas artrópodos y hongos a cambio de su ayuda defensiva (Camacho-Escobar *et al.* 2020).

Las plantas no solo son organismos pasivos, son ingeniosas, comunicativas y esenciales para la vida en la Tierra. Los mecanismos que utilizan las plantas para estos procesos de defensa no son nada sencillos, pero al comprender cómo se comportan, podemos aprovechar sus beneficios y contribuir a la sostenibilidad del planeta.

Entender cómo se comunican y se defienden las plantas podría revolucionar la agricultura. Estrategias basadas en estos mecanismos mejorarían el rendimiento de los cultivos, se podría reducir el uso de plaguicidas y así fomentar la producción de alimentos sustentables y ricos en metabolitos secundarios.

“Las defensas químicas son las más destacadas, y las plantas las utilizan para disuadir o envenenar a sus enemigos naturales e incluyen la producción de metabolitos secundarios tóxicos para insectos y microorganismos.”

Investigando la acústica de las plantas

Los estudios sobre la acústica en las plantas comenzaron desde 1950. Dorothy Retallak, una investigadora estadounidense, realizó experimentos para evaluar cómo diferentes tipos de música afectaban el crecimiento de las plantas. Aunque estos estudios fueron controversiales

y no siempre replicables, marcaron el inicio del interés científico por la relación entre plantas y el sonido.

Las plantas responden al sonido y pueden emitir vibraciones sonoras informativas, cambiando a nivel genético y fisiológico y aumentando la concentración de azúcar en su néctar (Khait *et al.* 2019). Pero, no solo “escuchan” sino que también “espían” las señales químicas volátiles de sus vecinas estresadas para prepararse ante posibles amenazas. La comunicación entre plantas ocurre a través de sus raíces, tallos, hojas y frutos, creando una red de información que las ayuda a sobrevivir (Fig. 3).

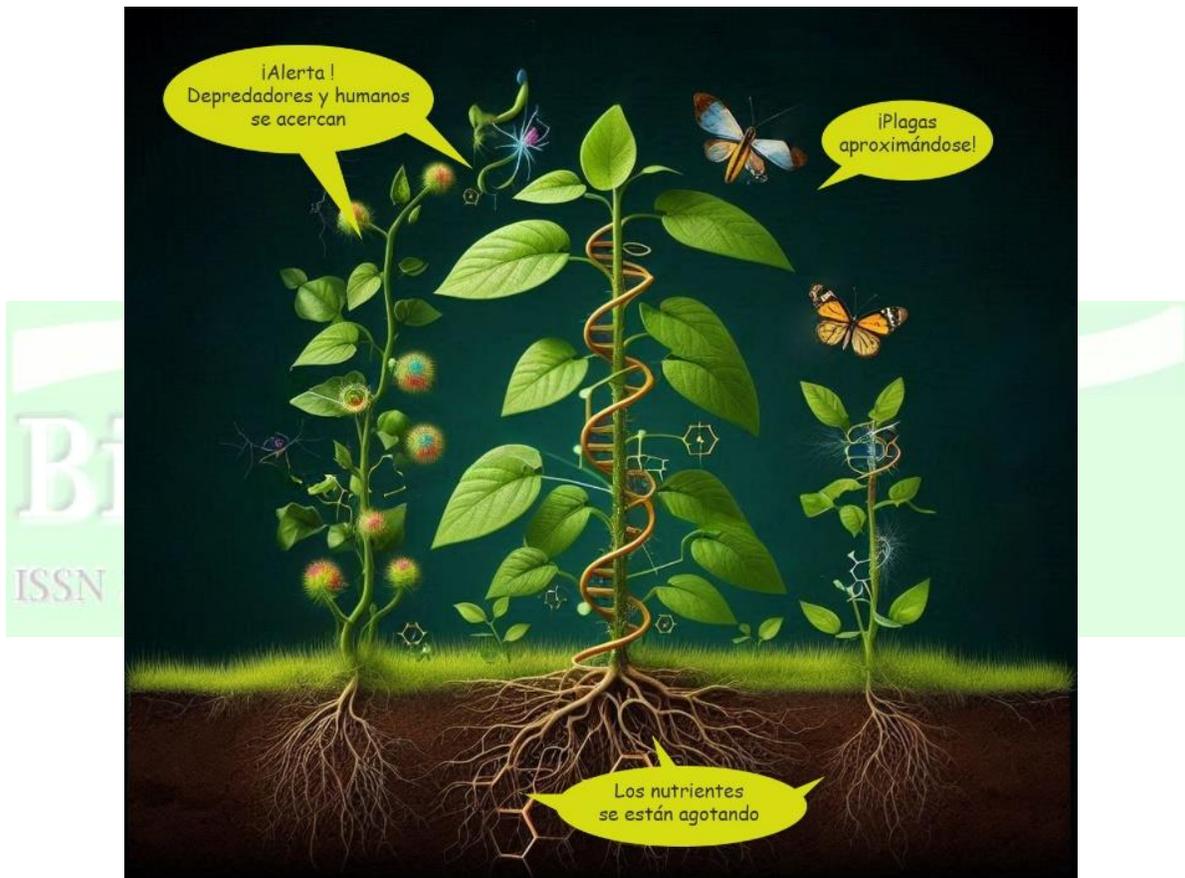


Figura 3. Posible mecanismo de comunicación entre plantas (fuente propia).

En el Tecnológico Nacional de México, Campus Conkal, Yucatán, en un estudio preliminar se evaluaron cuatro tipos de comunicación entre plantas de rábano (*Raphanus sativus*) y su producción de defensas (metabolitos secundarios) como respuesta a la depredación por herbívoros (animal o insecto que se alimenta principalmente de plantas). Las plantas fueron capaces de entablar una comunicación sonora con sus vecinas y producir defensas

químicas. Sin embargo, este estudio es el inicio para descifrar los mecanismos de comunicación y para entender el comportamiento de las plantas y su producción de metabolitos secundarios.

“Las plantas responden al sonido y pueden emitir vibraciones sonoras informativas, cambiando a nivel genético y fisiológico y aumentando la concentración de azúcar en su néctar.”

Conclusiones

Las plantas poseen mecanismos sofisticados de comunicación y defensa que desafían las ideas convencionales sobre su naturaleza estática. La comunicación es importante porque les permite adaptarse a su entorno y comunicarse a través de sustancias volátiles aromáticas, sonidos o vibraciones, incluso les permite sobrevivir porque pueden adelantarse a los ataques de depredadores, herbívoros, patógenos o diferentes niveles de estrés hídrico o salino, o cualquier factor que perturbe su entorno. Estas habilidades ofrecen aplicaciones prácticas en agricultura y además las defensas químicas que producen podrían aprovecharse para beneficio de la salud humana, al ser moléculas eficientes en contrarrestar el estrés oxidativo y así ser preventivas de enfermedades crónico-degenerativas.

ISSN 2007 - 431 X

Referencias

- Anand S y Bharadvaja N. 2022. Potential benefits of nutraceuticals for oxidative stress management. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 32(2): 211-220.
- Avello M y Suwalsky M. 2006. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepción)* 494: 161-172.
- Bennett RN y Wallsgrove RM. 1994. Secondary metabolites in plant defense mechanisms. *New Phytologist* 127(4): 617-633.
- Camacho-Escobar MA, Ramos-Ramos DA, Ávila-Serrano NY, Sánchez-Bernal, EI y López-Garrido SJ. 2020. Las defensas fisicoquímicas de las plantas y su efecto en la alimentación de rumiantes. *Terra Latinoamericana* 38(2): 443-453.
- Coley PD y Barone JA. 2001. Defenses, Ecology of. En Levin SA (ed.) *Encyclopedia of biodiversity*. Academic Press. USA. pp. 426-433.
- Coronado M, Vega y León S, Gutiérrez R, Vázquez M y Radilla C. 2015. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición* 42(2): 206-212.
- Enríquez-Estrella M, Torres-Cañedo L, Monar-Vega K y Uvidia-Cavadiana H. 2022. Alimentos funcionales la tendencia del consumo del siglo XXI. *RECIENA* 2(1): 10-19.
- Gagliano M, Renton M, Duvdevani N, Timmins M y Mancuso S. 2012. Acoustic and magnetic communication in plants: is it possible? *Plant Signaling & Behavior* 7(10): 1346-1348.

- García-Rodríguez Y, Bravo-Monzón A, Martínez-Díaz Y, Torres-Gurrola G y Espinosa-García FJ. 2012. Variación fitoquímica defensiva en ecosistemas terrestres. En Rojas JC y Malo EA (eds.) Temas selectos en ecología química de insectos. El Colegio de la Frontera Sur. México. pp. 217-252.
- Khait I, Ubolski U, Yovel Y y Hadany L. 2019. Sound perception in plants. *Seminars in Cell and Developmental Biology* 92: 134-138.
- Lozano-Picazo C y Fernández-Belda F. 2018. Especies reactivas de oxígeno y su implicación en biomedicina. *Anales de Veterinaria de Murcia* 34: 17-26.
- Mishra N, Jiang C, Chen L, Paul A, Chatterjee A y Shen G. 2023. Achieving abiotic stress tolerance in plants through antioxidative defense mechanisms. *Frontiers in Plant Science* 14: 1110622.
- Rajendran P, Nandakumar N, Rengarajan T, Palaniswami R, Gnanadhas EN, Lakshminarasiah U, Gopas J y Nishigaki I. 2014. Antioxidants and human diseases. *Clinica Chimica Acta* 436: 332-347.
- Stenberg JA, Sundh I, Becher PG, Björkman C, Dubey M, Egan, PA, Friberg H, Gil JF, Jensen DF, Jonsson M, Karlsson M, Khalil S, Ninkovic V, Rehmann G, Vetukuri RR, y Viketoft M. 2021. When is it biological control? A framework of definitions, mechanisms, and classifications. *Journal of Pest Science* 94: 665-676.
- Vélez-Terranova M, Campos-Gaona R y Sánchez-Guerrero H. 2014. Uso de metabolitos secundarios de las plantas para reducir la metanogénesis ruminal. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 17(3): 489-499.

Medina-Dzul K, Sánchez M, Ballina-Gómez H. 2025. ¿Las plantas hablan? Una mirada a su increíble mundo de comunicación y defensa. *Bioagrobiencias* 18 (1): 89-95.
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6233>

ISSN 2007 - 431 X