5. INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

Fenilpropanoides compuestos bioactivos presentes en plantas que crecen bajo condiciones de estrés hídrico

Santiago-Saenz Yair¹, Hernández-Fuentes Alma², López-Palestina César³, Marcial-Gómez José⁴, Gutiérrez-Tlahque Jorge⁵.

¹Licenciado en Nutrición y Maestro en Ciencias Microbiológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Estudiante del Doctorado en Ciencias de los Alimentos y Salud Humana, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Área Académica de Agroindustrial. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Rancho Universitario. Av. Universidad Km.1. Ex-Hacienda de Aquetzalpa AP 32. C.P. 43600. Tulancingo de Bravo, Hgo. ²Doctora en Ciencias Agropecuarias. Colegio de Postgraduados, Montecillo. Profesora tiempo completo, Área Académica de Agroindustrial. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Rancho Universitario. Av. Universidad Km.1. Ex-Hacienda de Aquetzalpa AP 32. C.P. 43600. Tulancingo de Bravo, Hgo. ³Ingeniero Agroindustrial y Maestro en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Universidad Autónoma Chapingo. Estudiante del Doctorado en Ciencias en Producción Agroalimentaria, Instituto Tecnológico de Roque. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C.P 38110, Celaya, Gto. ⁴Doctor en Ciencias, Centro de investigación y desarrollo del estado de Michoacán. Profesor tiempo completo, Área de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Zitácuaro, Av. Tecnológico No. 186 Manzanillos, C.P. 61534, H. Zitácuaro, Michoacán. ⁵Doctor en Ciencias en Producción Agroalimentaria. Profesor tiempo completo, Área de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Zitácuaro, Av. Tecnológico No. 186 Manzanillos, C.P. 61534, H. Zitácuaro, Michoacán. correo electrónico: jorgegutierrez111@hotmail.com

Palabras clave: Fenilpropanoides; estrés hídrico; actividad antioxidante.

Las plantas han sido usadas no sólo como complementos dietéticos, sino también en la medicina tradicional para el tratamiento de diversos problemas de salud en zonas urbanas y rurales. De hecho, la larga historia de la medicina tradicional demuestra el potencial de las plantas como fuente de compuestos bioactivos.

En México se han identificado y clasificado alrededor de 3500 especies de plantas medicinales nativas. En este contexto, el desierto mexicano presenta una gran variedad de plantas que han sido capaces de crecer bajo condiciones extremas, con una gran variedad de compuestos químicos que se utilizan como mecanismos de defensa. Varios estudios se han realizado en especies de plantas provenientes del desierto de México con el fin de identificar cierta actividad biológica, como inhibidores de bacterias

patógenas, hongos y con propiedades antioxidantes. La evidencia científica ha demostrado, que las plantas que se desarrollan bajo condiciones semidesérticas tienen un alto contenido de fenilpropanoides.

Existen numerosos datos experimentales in vitro que demuestran la capacidad antioxidante de los fenilpropanoides, especialmente de los flavonoides, que inhiben la generación de especies reactivas al oxígeno (ROS) o pueden reducir las ROS una vez formada bajo condiciones de estrés hídrico. Los antioxidantes provenientes de fenilpropanoides son comúnmente extraídos de las plantas. El estrés por sequía genera una mayor actividad antioxidante por parte de la planta. Por lo tanto, requiere cantidades de antioxidantes para compensar el estrés y promover la tolerancia. Además, los aumentos de la capacidad antioxidante y del contenido total de antioxidantes bajo el estrés por sequía son variables, dependiendo de la actividad de síntesis y distribución de diferentes compuestos antioxidantes en la planta, y también de otros factores tales como, por ejemplo, la duración e intensidad del estrés. Diferentes estudios han demostrado que las plantas expuestas al estrés por sequía produjeron una mayor concentración de metabolitos secundarios que los cultivados bajo condiciones sin estrés hídrico. Así mismo se observó en la raíz una mayor actividad antioxidante en la época de sequía.

Los fenilpropanoides constituyen el tipo más abundante de metabolitos secundarios en plantas y generalmente son biosintetizados a través de la vía shikimato; la cual conduce a producir el aminoácido fenilalanina, que es después desaminado por la enzima fenilalanina amonioliasa (PAL),

que es la reacción clave en la biosíntesis fenilpropanoide. Sánchez-Rodríguez et al. (2011) mencionan el aumento de la actividad de PAL y otras enzimas de la vía fenilpropanoide en respuesta a diferentes tipos de estrés hídrico en varias especies de plantas. Así mismo la ruta del ácido shikímico es generalmente inducida por exposición al estrés hídrico y se han propuesto mecanismos de regulación, como el mantenimiento del nivel de presión osmótica y la necesidad de incrementar la actividad antioxidante. Sin embargo, el estrés por sequía disminuye el crecimiento de las plantas por lo cual se afirma que la biosíntesis de los metabolitos secundarios bajo estrés hídrico mejora debido a la reducción de la biomasa. Los fenilpropanoides de las plantas, son potentes apagadores de ROS o disociadores de las cadenas radicales, extinguiendo así los radicales libres oxidativos tales como el radical hidroxilo y también son utilizados por las peroxidasas para desintoxicar o neutralizar las ROS. Por lo tanto, el estrés hídrico genera

una mayor actividad antioxidante por parte de *Echinacea purpurea*, *Thymus capitatus* e *Hypericum brasiliense*; que se requiere para compensar el estrés y promover la tolerancia. Del mismo modo, el estrés por sequía provocó un aumento significativo en la concentración de antioxidantes en *Nicotiana tabacum*.

Los fenilpropanoides además de la actividad antioxidante poseen una amplia gama de actividades biológicas es decir como antibacteriano, antifúngico, antiviral, adaptogénico. Algunos de los fenilpropanoides poseen propiedades hepatoprotectoras es decir actividad contra la intoxicación por galactosamina, inducida por el virus de la hepatitis en el hombre. Los fenilpropanoides inhiben la ulceración gástrica inducida por el estrés. Los fenilpropanoides también pueden ser útiles como agentes antiinflamatorios, ya que inhiben significativamente la liberación de histamina a partir de células de leucemia basófila de rata (RBL-2H3), estimuladas con el ionóforo de calcio A23187. Los principales fenilpropanoides de *Marrubium vulgare* exhibieron una potencia inhibidora frente a la ciclooxigenasa-2. Esto explica los usos tradicionales de los fenilpropanoides que contienen plantas como fármacos antiinflamatorios. También se ha descubierto que los fenilpropanoides poseen actividades antiproliferativas y proapoptóticas en células de melanoma maligno. La propiedad más apreciada de los fenilpropanoides es como antioxidante y actividad de barrido de radicales libres.

Por lo tanto, se puede decir que la escasez de agua al convertirse en un estrés para la planta, promueve una mayor biosíntesis de fenilpropanoides, lo que convierte a una variedad de plantas adaptadas a climas desérticos, como una fuente potencial de compuestos bioactivos de importancia para la nutrición humana.

Referencias:

1. Alinian S, Razmjoo J, Zeinali H. Flavonoids, anthocynins, phenolics and essential oil produced in cumin (*Cuminum cyminum* L.) accessions under different irrigation regimes. *Ind Crops Prod.* 2016; 81:49-55.
2. Bettaieb I, Hamrouni-Sellami I, Bourgou S, Limam F, Marzouk B. Drought effects on polyphenol composition and antioxidant activities in aerial parts of *Salvia officinalis* L. *Acta Physiol Plant.* 2011; 33(4):1103-1111.

3. De Abreu IN, Mazzafera P. Effect of water and temperature stress on the content of active constituents of *Hypericum brasiliense* Choisy. *Plant Physiol Biochem.* 2005; 43:241-248.
4. Groh IAM, Chen C, Lüske C, Cartus AT, Esselen M. Plant polyphenols and oxidative metabolites of the herbal alkenylbenzene methyleugenol suppress histone deacetylase activity in human colon carcinoma cells. *J Clin Nutr Metab.* 2013; 10-20.
5. Ikeya Y, Taguchi H, Mitsunashi H, Takeda S, Kase Y, Aburada M. A lignan from *Schizandra chinensis*. *Phytochemistry.* 1998; 27(2):569-573.
6. Kaur L, Zhawar VK. Phenolic parameters under exogenous ABA, water stress, salt stress in two wheat cultivars varying in drought tolerance. *Indian J Plant Physiol.* 2015; 20(2):151-156.
7. Salomao K, Pereira PRS, Campos LC, Borba CM, Cabello PH, Marcucci MC, De Castro SL. Brazilian propolis: correlation between chemical composition and antimicrobial activity. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2008; 5(3):317-324.
8. Sánchez-Rodríguez E, Moreno DA, Ferreres F, Rubio-Wilhelmi M, Ruiz JM. Differential responses of five cherry tomato varieties to water stress: changes on phenolic metabolites and related enzymes. *Phytochemistry.* 2011; 72(8):723-729.
9. Vranová E, Atichartpongkul S, Villarroel R, Van Montagu M, Inzé, D, Van Camp W. Comprehensive analysis of gene expression in *Nicotiana tabacum* leaves acclimated to oxidative stress. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 2012; 99(16):10870-10875.