



Melatonina: la hormona del sueño que también protege a los cultivos vegetales

¹*FABIOLA GUADALUPE LEÓN-GARCÍA, ²FEDERICO GARCÍA-LAYNES, ²ILEANA ECHEVARRÍA-MACHADO Y
²MANUEL MARTÍNEZ-ESTEVEZ

¹Investigadora Posdoctoral, Unidad de Biología Integrativa, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Calle 43 No. 130 x 32 y 34. Colonia Chuburná de Hidalgo, 97205, Mérida, Yucatán, México.

²Unidad de Biología Integrativa, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Calle 43 No. 130 x 32 y 34. Colonia Chuburná de Hidalgo, 97205, Mérida, Yucatán, México.

*ubi_fleon@cicy.mx

Resumen: ¿Alguna vez te has preguntado como las plantas sobreviven y enfrentan las diferentes adversidades a diario? No pueden moverse ni refugiarse, por lo tanto, ¿cómo lo hacen? La buena noticia es que tienen sus propios trucos para resistir las dificultades. Se ha demostrado que la melatonina actúa protegiendo a una diversidad de plantas; sin embargo, aquí presentamos su acción en tres plantas solanáceas de importancia agrícola, como lo son tomate, papa y chile contra el estrés ambiental, permitiéndoles crecer en suelos y en condiciones adversas complicadas.

Palabras clave: Estrés, salinidad, sequía, solanáceas.



Gobierno de
México

Ciencia y Tecnología

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación





A diferencia de los humanos, las plantas no pueden huir del peligro, deben enfrentarse a los estreses sin poder moverse. Por eso, han desarrollado formas únicas de enfrentar las adversidades del entorno. Míralo de esta forma, el estrés para las plantas es como una ola gigante golpeando a un surfista: no puede evitarla, pero pueden aprender a manejarla de una manera más eficiente. Aquí es donde entra la melatonina que, aunque la conocemos principalmente por su rol en la regulación de nuestro sueño, también juega un papel crucial en el mundo vegetal. Esta hormona no solo ayuda a las plantas a crecer y a madurar sus frutos, sino que también las protege frente a los peligros del entorno, como la sequía y la salinidad (Sharma & Ahammed 2024). La melatonina orchestra una serie de pasos que les permite a las plantas sobrevivir y prosperar a pesar de las adversidades que enfrentan cada día.

Las solanáceas son una familia de plantas que incluyen cultivos importantes para la alimentación mundial y la economía agrícola, como el tomate, la papa, el chile, el tabaco y la berenjena, en este viaje de conocimiento nos enfocaremos en los tres primeros. La papa, por ejemplo, es uno de los productos con mayor producción a nivel mundial (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO 2023), mientras que el siguiente en la lista es el tomate, un alimento versátil y popular en la cocina, y por último, el chile que es muy apreciado como condimento en la cocina (Figura 1). Sin embargo, la producción de éstos se afecta en condiciones de crecimiento estresantes, como la presencia de suelos pedregosos y pobres en nutrientes, las altas temperaturas, la salinidad, la escasez de agua y la presencia de patógenos (microorganismos como bacterias, hongos y virus, que pueden infectar y causar enfermedades en las plantas).

El tomate no solo es un alimento clave en la dieta diaria por su delicioso sabor y versatilidad

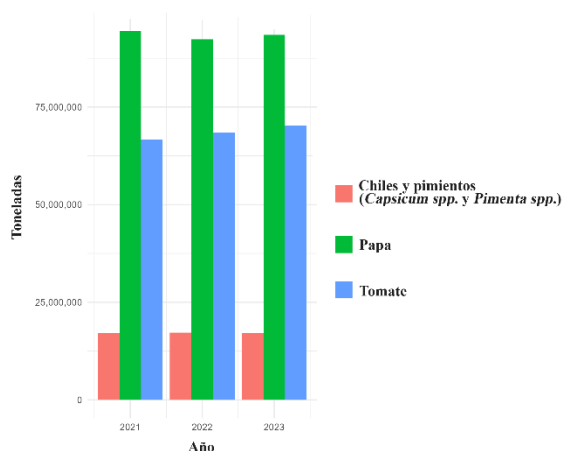


Figura 1. Producción de chile, tomate y papa en toneladas durante los años 2021-2023 a nivel mundial. Datos obtenidos de la FAO 2023 y procesados en RStudio.

en la cocina, sino que también tiene un papel fundamental a nivel económico en muchos países. Sin embargo, su producción está amenazada por diversos factores ambientales, entre ellos el estrés salino (exceso de sales en el suelo o agua) que es uno de los más perjudiciales, ya que afecta varios procesos vitales en las plantas. Afortunadamente, la melatonina, ha demostrado ser eficaz para ayudar al tomate, entre otros cultivos, a resistir los efectos negativos del estrés salino, mejorando su capacidad de crecer bajo estas condiciones (Dou *et al.* 2025) (Figura 2).

La papa es una de las hortalizas más consumidas en el mundo, es un carbohidrato utilizado para amplios guisos, desde las clásicas papas fritas hasta platos más sofisticados, su versatilidad la convierte en un alimento preferido de muchos. ¿Quién puede resistirse a un puré cremoso, unas crujientes papas al horno o unas tradicionales papas rellenas? Al igual que el tomate, la papa enfrenta desafíos para crecer en condiciones hostiles para su desarrollo y la melatonina entra en acción como una heroína que ayuda a la planta a resistir estos ambientes un

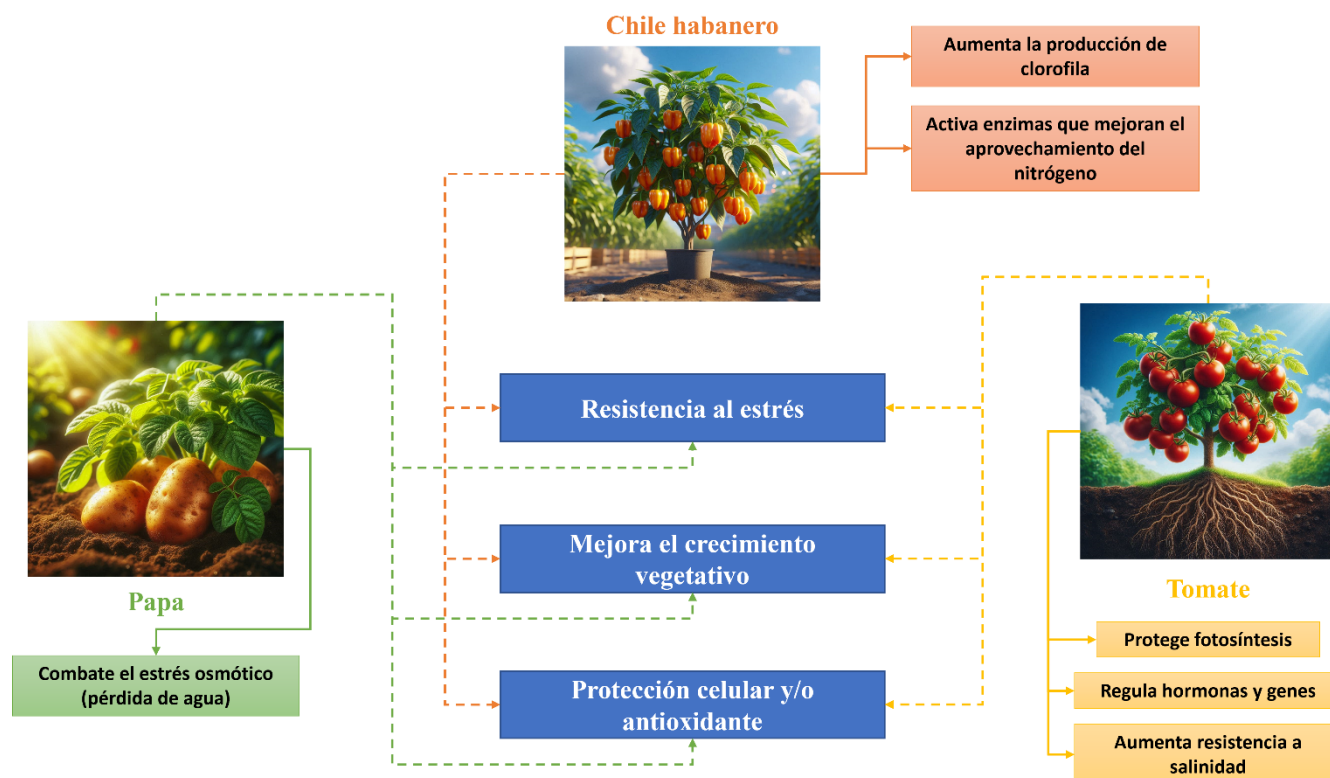


Figura 2. Efectos de la melatonina en los cultivos de tomate, papa y chile. Se destacan los beneficios específicos en cada cultivo, así como los puntos comunes relacionados con la resistencia al estrés ambiental, la protección y la mejora del crecimiento vegetal. Imágenes generadas de Bing Image Creator utilizando inteligencia artificial (Microsoft Bing. <https://www.bing.com/>).

tanto complicados para los cultivos de papa (Shahani *et al.* 2023).

Pero, ¿Te has preguntado que tanto sucede dentro de la planta para que la melatonina pueda funcionar como un apoyo? ¿Qué procesos se desencadenan? Pues bien, cuando la papa está expuesta a alta salinidad, sus células enfrentan algo que se conoce como estrés osmótico (pierden agua) y estrés oxidativo (se acumulan radicales libres, es decir sustancias perjudiciales para la planta) (Shahani *et al.* 2023) (Figura 2). Estas moléculas afectan desde dentro al cultivo dañando las membranas celulares, las proteínas y el ADN de la planta,

afectando su crecimiento y desarrollo (Mondal *et al.* 2024).

Imagina una ciudad amurallada y ahora piensa en la planta de papa como una gran ciudad protegida por murallas (las membranas celulares) y llena de edificios (las proteínas y el ADN), que mantienen todo en funcionamiento. Ahora, visualiza que un tornado destructivo (el estrés salino y oxidativo) se acerca con fuerza, amenazando con destruir las murallas y los edificios, poniendo en peligro a toda la ciudad.

En esta historia, la melatonina es el escudo protector que llega justo a tiempo. Refuerza las murallas para que el tornado no las derrumbe



(protege las membranas celulares), repara los edificios antes de que colapsen (protege a las proteínas y al ADN) y moviliza a los trabajadores de la ciudad (las enzimas antioxidantes que eliminan los radicales libres) para limpiar los escombros y desviar los vientos dañinos (Shahani *et al.* 2023). Gracias a la melatonina, la ciudad resiste este desafío ambiental y sigue funcionando con normalidad, asegurando su crecimiento y desarrollo, incluso en condiciones adversas.

La última hortaliza, el chile, es un ingrediente esencial en la gastronomía mundial. Más allá de su característico picor, el chile aporta una explosión de sabor, un sinfín de beneficios nutricionales y es utilizado en cosmetología en presentación de cremas y ungüentos. Al igual que los otros cultivos, éste enfrenta desafíos ambientales como el estrés por sequía, que puede debilitarlo al reducir su capacidad de absorber nutrientes, afectando su fotosíntesis y generando sustancias dañinas dentro de sus células. Al aplicar melatonina a las plantas de chile antes de un periodo de sequía, las plantas mantienen su hidratación, producen más clorofila (el pigmento que les permite hacer fotosíntesis) y evita la acumulación de sustancias tóxicas generadas por el estrés. Además, activa ciertas enzimas que ayudan a la planta a aprovechar mejor el nitrógeno, un nutriente esencial para su crecimiento (Kaya & Shabala 2023) (Figura 2).

¿Te imaginaste que la melatonina fuese capaz de proteger y activar tantos mecanismos en las plantas? Estos tan solo son unos ejemplos, pero nos ilustra la importancia de una molécula que se pensaba que únicamente estaba presente en la regulación de nuestro sueño; sin embargo, en plantas, es capaz de orquestar diferentes sonos y pasos para la protección de estas para enfrentar los diferentes desafíos ambientales que viven día tras día. A pesar de lo mucho que se ha descubierto, aún queda camino por recorrer con el objetivo de desentrañar

el mecanismo de acción de la melatonina en estas especies, por ejemplo, su vía de señalización y metabolismo y entonces, aprovechar su potencial en la agricultura sostenible del futuro.

Referencias

- Dou J., Tang Z., Yu J., Wang G., An W., Zhang Y., & Yang Q. 2025.** Effects of exogenous melatonin on the growth and photosynthetic characteristics of tomato seedlings under saline-alkali stress. *Scientific Reports* 15(1): 5172.
<https://doi.org/10.1038/s41598-025-88565-5>
- FAO 2023.** Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT (Base de datos).
<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Kaya C. & Shabala S. 2023.** Melatonin improves drought stress tolerance of pepper (*Capsicum annuum*) plants via upregulating nitrogen metabolism. *Functional Plant Biology* 51(1).
<https://doi.org/10.1071/FP23060>
- Mondal D., Shukla D., Vishvakarma N.K., Prabha R., & Dixit V. 2024.** Cellular responses against abiotic stress-induced reactive oxygen species. In: Mishra A.K. (Ed.), *Stress Biology in Photosynthetic Organisms: Molecular Insights and Cellular Responses*, pp. 107-120. Springer Nature.
https://doi.org/10.1007/978-981-97-1883-2_6
- Shahani A.A.A., Abbas A., Hameed R., Iqbal A., Chen S., Liu Q., Liu Y., Zhang D., Zhu R., Fayyaz A., Iftikhar J., & Khan K.A. 2023.** Melatonin in plants: A pleiotropic molecule for abiotic stresses and pathogens infection. *Scientia Horticulturae* 322: 112387.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112387>
- Sharma A. & Ahammed G.J. (Eds.). 2024.** *Melatonin in Plants: Role in Plant Growth, Development, and Stress Response*. Springer Nature, Singapore.
<https://doi.org/10.1007/978-981-99-8051-2>



Desde el Herbario CICY, 17: 179-183 (14-agosto-2025), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 110, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editores responsables: Germán Carnevali, Patricia Rivera Pérez y José Luis Tapia Muñoz. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 14 de agosto de 2025. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.