

Gonzalo Guillermo Lucho Constantino, Fabiola Zaragoza Martínez y Juan Valente Megchún García

El rábano: de lo comestible a lo nanotecnológico

El *Raphanus sativus* es una raíz comestible que forma parte de la dieta de la población humana debido a su gran aporte nutrimental, al que se suma la presencia en él de compuestos bioactivos —principalmente antioxidantes— que ayudan a prevenir enfermedades. Debido a estas propiedades, ha suscitado el interés de los científicos para desarrollar nanopartículas, destinadas a diferentes aplicaciones, mediante el método de síntesis verde que aquí se explica.

El rábano es una raíz comestible de la familia Brassicaceae que fue domesticada en el Mediterráneo oriental (Gamba y cols., 2021; González-Palomares, 2020). Se caracteriza por su rápido crecimiento y por requerir poco espacio para su desarrollo (**Figura 1**); completa su ciclo de crecimiento en un año, aunque algunas variedades pueden tardar hasta dos años en desarrollarse totalmente. Su raíz es axonomorfa; es decir, presenta una raíz principal que crece verticalmente hacia abajo, y a partir de ella salen raíces más pequeñas de forma lateral. Su característico sabor picante lo convierte en un ingrediente popular en la gastronomía de diversas culturas. Los colores de la raíz varían desde el blanco al negro pasando por colores rojo pálido a escarlata brillante.

La coloración rojiza está asociada a la presencia de unos pigmentos llamados antocianinas, los cuales tienen un alto potencial para formar isotiocianatos, que contribuyen al sabor distintivo dulce, picante y un poco amargoso (Gamba y cols., 2021). La parte comestible del rábano es principalmente la raíz. Sin embargo, actualmente está creciendo el consumo de hojas y brotes tiernos —de aproximadamente 10 días de crecimiento—. Los rábanos se clasifican en rabanitos, rábano Daikon y rábano negro; sus diferencias radican en el color, el sabor y la morfología. Estas raíces comúnmente se consumen en ensaladas, pero también pueden cocinarse junto con otros vegetales. En México, los rabanitos son los que se consumen con mayor frecuencia como parte de la dieta diaria (**Figura 2**) y en platillos emblemáticos.



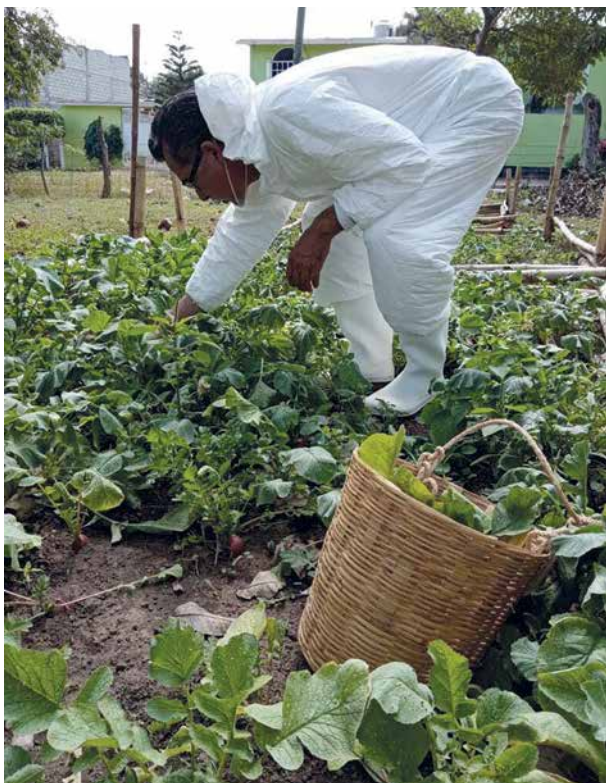


Figura 1. Colecta de rábano en un huerto familiar. Fuente: José Luis Luria Santos.

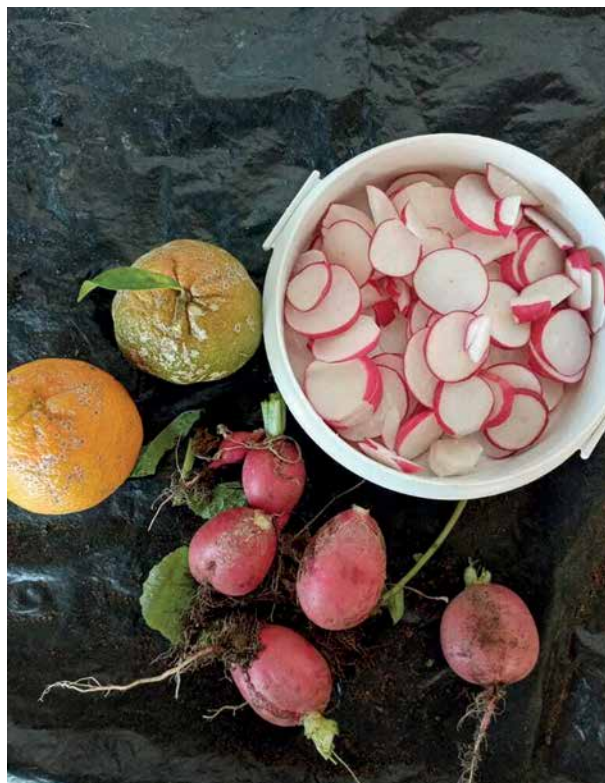


Figura 2. Rábano producido en un huerto orgánico. Fuente: José Luis Luria Santos.

Compuestos bioactivos

Son sustancias presentes en los alimentos que, si bien no son nutrientes esenciales como las vitaminas y los minerales, aportan beneficios a la salud. ▶

Radicales libres

Moléculas inestables y altamente reactivas que se producen durante el metabolismo normal de las células. Cuando se acumulan, pueden reaccionar con proteínas, lípidos y ácidos nucleicos, generando estrés oxidativo, lo cual contribuye al envejecimiento y desarrollo de diversas enfermedades. ▶

■ ¿Cuáles son los beneficios de consumir rábano?

■ Dentro de la familia Brassicaceae, cuyos miembros incluyen el brocoli, la arúgula, la coliflor, el nabo y la col, destaca el rábano, ya que ofrece un gran aporte de agua y contiene una baja cantidad de grasas y carbohidratos. Además, se distingue por su buena cantidad de fibra, un elemento esencial para el sistema digestivo. Por tanto, su consumo puede favorecer el aumento de la flora intestinal, contribuyendo así a una mejor digestión de los alimentos. Diferentes partes de la planta presentan un alto valor nutricional debido a su rico contenido de yodo, calcio, magnesio, cobre, manganeso, potasio, vitamina B6, vitamina C, folato y otros minerales.

Estos nutrientes, junto con los compuestos bioactivos, hacen que los rábanos sean una de esas hortalizas recomendables para consumir periódicamente, con el fin de mantenernos sanos y prevenir enfermedades o ciertas afecciones.

Entre sus propiedades se encuentra su efecto diurético y digestivo, su contribución al cuidado del

hígado, al fortalecimiento del sistema inmunológico y la protección del sistema cardiovascular. Además, presenta actividad antiinflamatoria, anticancerígena y antioxidante, debido a la presencia de **compuestos bioactivos**, como flavonoides, fenoles, terpenos y glucosinolatos; estos últimos son los que le dan el sabor distintivo al rábano (Khan y cols., 2022).

■ ¿Qué componentes antioxidantes hacen atractivo al rábano para su consumo?

■ El rábano contiene una alta concentración de compuestos antioxidantes presentes tanto en los brotes como en las hojas y la raíz (**Figura 3**). Se sabe que estos compuestos ofrecen múltiples beneficios para la salud, ya que ayudan a prevenir o retardar la oxidación causada por los **radicales libres**, protegiendo así las funciones fisiológicas normales del cuerpo humano (González-Palomares, 2020). Además, poseen un alto valor nutricional y tienen un potente efecto fitoquímico, especialmente gracias a las

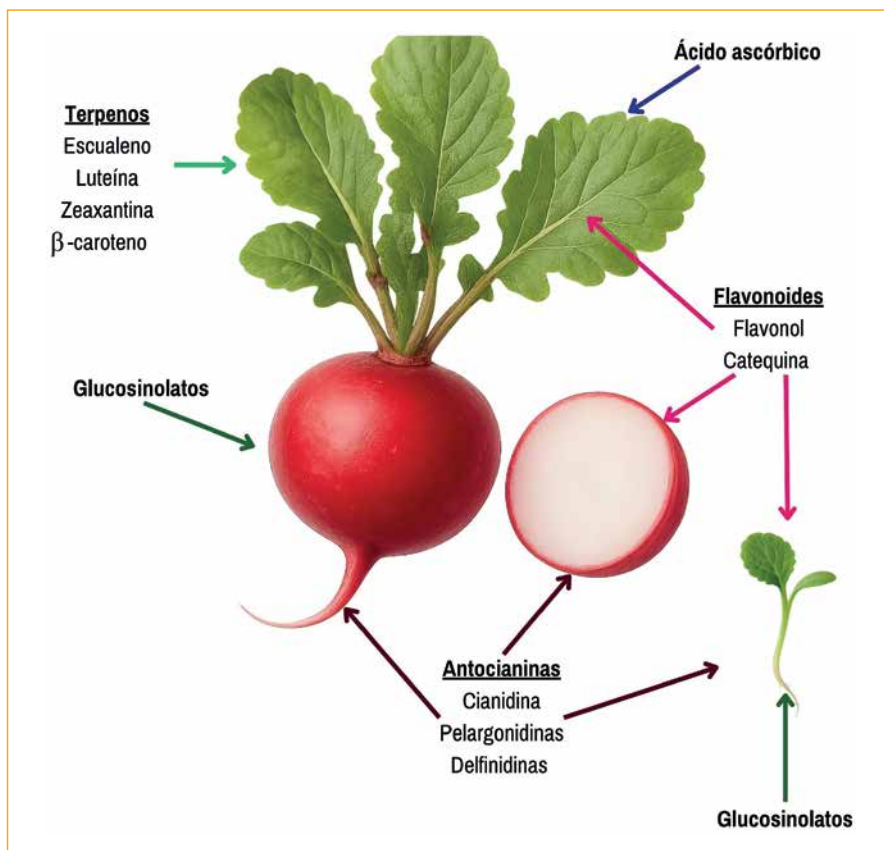


Figura 3. Compuestos antioxidantes presentes en el rábano. Fuente: Fabiola Zaragoza Martínez.

antocianinas, que son un tipo de flavonoides con poder antioxidante.

Las hojas de rábano presentan una alta concentración de ácido ascórbico, terpenos, fenoles y flavonoides, los cuales son nutrientes con un alto valor para la salud. Los antioxidantes ayudan a combatir los signos de la edad, el acné, a mantener el buen tono de la piel previniendo el daño causado por la reducción de estrés oxidativo y la inflamación.

El ácido ascórbico, conocido como vitamina C, es una de las moléculas antioxidantes más importantes en las plantas, ya que cumple la función de eliminar el H_2O_2 (peróxido de hidrógeno) a través del **ciclo del glutatión-ascorbato**. Este compuesto se mantiene activo cuando el rábano es cosechado y almacenado en refrigeración. Otro grupo importante de antioxidantes son los terpenos, un grupo de metabolitos muy extenso, que pueden presentar actividad antioxidante sobre los grupos hidróxidos, peróxidos y radicales superóxidos. En las hojas se pueden

encontrar escualeno, luteína, zeaxantina, así como β -caroteno.

Por otro lado, los flavonoides poseen un importante potencial antioxidante. Entre ellos se encuentran el flavonol y la catequina, los cuales están presentes en las hojas, los brotes y la piel del rábano. También pertenecen a este grupo las antocianinas, como la cianidina, pelargonidina y delfinidina, que se localizan en la raíz, los brotes y la piel del rábano. Finalmente, los glucosinolatos son un grupo de compuestos que están presentes en la mayoría de las plantas crucíferas, familia a la que pertenece el rábano. Estos compuestos orgánicos azufrados son responsables de su sabor característico, el cual puede variar de dulce a picante. Los rábanos de sabor picante se distinguen por su alto contenido de glucosinolatos. Estos compuestos son considerados importantes por su acción anticancerígena potencial; sin embargo, su actividad puede verse reducida por procesos térmicos, por lo que se recomienda su consumo en crudo.

Ciclo del glutatión-ascorbato

Es el principal mecanismo de defensa antioxidante ante el estrés oxidativo en células vegetales y animales. Esta vía implica la interacción entre el ascorbato y el glutatión, junto con varias enzimas clave.

■ **Avances en el uso de nanopartículas de extracto de rábano a partir de síntesis verde**

■ Los extractos de rábano contienen numerosos compuestos orgánicos, como fenoles y ácido ascórbico, que actúan como agentes reductores y estabilizantes, permitiendo la síntesis de nanopartículas metálicas a partir de soluciones iónicas mediante un método más económico y amigable con el medio ambiente, como el método de síntesis verde. Este método consiste, básicamente, en utilizar un agente reductor y estabilizador proveniente de un extracto vegetal, el cual, al combinarse con las sales metálicas, las reduce y estabiliza, para dar origen a las nanopartículas.

En este sentido, actualmente se han desarrollado nanopartículas de interés médico, como las nanopartículas de plata, para estudiar la actividad antibacterial contra *Shigella*, *Listeria* y *Escherichia coli* (Jolhe y cols., 2016). Por otra parte, un grupo de científicos encontró que las nanopartículas de plata mostraron un efecto terapéutico contra las células de cáncer colorrectal, además de presentar una fuerte actividad inhibidora del crecimiento de *Candida albicans* y

Staphylococcus aureus (Hatipoğlu y cols., 2023). Por ello, estas nanopartículas desarrolladas mediante síntesis verde son agentes terapéuticos prometedores.

Las nanopartículas de óxido de zinc también han despertado el interés de diversos investigadores debido a sus notables propiedades ópticas y químicas. En una investigación se encontró que el extracto de hojas de *Raphanus sativus* var. *Longipinnatus* actúa como un agente anticancerígeno efectivo en células de cáncer de pulmón (Umamaheswari y cols., 2021), mientras que en otro estudio se reportó la inhibición del crecimiento de células de cáncer de mama (Al Awadh y cols., 2022). Esto sugiere que las nanopartículas de óxido de zinc podrían constituir una fuente prometedora de compuestos quimiopreventivos. Por otro lado, también se han desarrollado nanopartículas de óxido de níquel, las cuales destacan por su actividad antimicrobiana y antioxidante (Haq y cols., 2021).

La síntesis biológica de nanopartículas de plata mediante el empleo de extracto de rábano también se ha aplicado en la industria textil con el propósito



de degradar catalíticamente colorantes como el azul de metileno; además de utilizarse como agente desinfectante de semillas. En México no se reportan estudios sobre el desarrollo de nanopartículas a partir del extracto de rábano; la información disponible proviene principalmente de investigaciones realizadas en otros países, por lo que esta raíz ofrece una valiosa área de oportunidad en México para diferentes aplicaciones.

Conclusiones

El rábano es una raíz con alto valor nutricional y un notable contenido de antioxidantes que benefician la salud. Más allá de su consumo tradicional, sus extractos se han utilizado en la síntesis verde de nanopartículas con aplicaciones médicas y ambientales. Por esta razón, en México su estudio y aprovechamiento representarían una gran oportunidad para la innovación científica.

Agradecemos al alumno José Luis Luria Santos de la carrera de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza por las fotografías de las figuras 1 y 2. La información presentada forma parte del proyecto TEC-NM con registro 18778.23PD.

Gonzalo Guillermo Lucho Constantino

Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza.
gonzalolucho02@gmail.com

Fabiola Zaragoza Martínez

Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
fabiolarazagomez@gmail.com

Juan Valente Megchún García

Instituto Tecnológico de Boca del Río.
megch@gmail.com

Referencias específicas

- Al Awadh, A. A., A. R. Shet, L. R. Patil, I. A. Shaikh, M. M. Alshahrani *et al.* (2022), "Sustainable synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles using *Raphanus sativus* extract and its biomedical applications", *Crystals*, 12(8):1142. Disponible en: <<https://doi.org/10.3390/cryst12081142>>, consultado el 28 de julio de 2025.
- Gamba, M., E. Asllanaj, P. F. Raguindin, M. Glisic, O. H. Franco *et al.* (2021), "Nutritional and phytochemical characterization of radish (*Raphanus sativus*): A systematic review", *Trends in Food Science & Technology*, 113:205-218.
- González-Palomares, S. (2020), "Rábanos (*Raphanus sativus* L.): propiedades y beneficios", *MasScience* [en línea]. Disponible en: <<https://www.masscience.com/rabanos/>>, consultado el 28 de julio de 2025.
- Haq, S., S. Dildar, M. B. Ali, A. Mezni, A. Hedfi *et al.* (2021), "Antimicrobial and antioxidant properties of biosynthesized of NiO nanoparticles using *Raphanus sativus* (R. sativus) extract", *Materials Research Express*, 8(5):1-11.
- Hatipoğlu, A., A. Baran, C. Keskin, M. F. Baran, A. Eftekhari *et al.* (2023), "Green synthesis of silver nanoparticles based on the *Raphanus sativus* leaf aqueous extract and their toxicological/microbiological activities", *Environmental Science and Pollution Research*. Disponible en: <<https://doi.org/10.1007/s11356-023-26499-z>>, consultado el 28 de julio de 2025.
- Jolhe, P. D., B. A. Bhanvase, V. S. Patil y S. H. Sonawane (2016), "Green route for silver nanoparticles synthesis by *Raphanus sativus* extract in a continuous flow tubular microreactor", *International Journal of Nanoscience*, 16(1):1650019.
- Khan, R. S., S. S. Khan y R. Siddique (2022), "Radish (*Raphanus sativus*): Potential antioxidant role of bioactive compounds extracted from radish leaves-A review", *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*, 16(9):2-4.
- Umamaheswari, A., S. L. Prabu, S. A. John y A. Puratchikody (2021), "Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using leaf extracts of *Raphanus Sativus* var. *Longipinnatus* and evaluation of their anticancer property in A549 cell lines", *Biotechnology Reports*, 29:e00595.