



Biofortificación de Espinaca: Innovación con Nanotecnología para la Salud



Alan Alvarez-Monge, Ezequiel Muñoz-Márquez, Celia Chávez-Mendoza, Alexandro Guevara-Aguilar, Esteban Sánchez-Chávez*

El Desafío: la Crisis de Micronutrientes



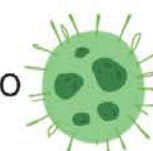
Deficiencia Global de Zinc (Zn)

El 46% de la población mundial (3.5 billones de personas) presenta ingestas inadecuadas.



El impacto en la salud humana

Estas carencias debilitan el sistema inmunológico y reducen la protección contra radicales libres.



Deficiencia Global de Selenio (Se)

El 38% de la población mundial (2.8 billones de personas) presenta ingestas inadecuadas.



Passarelli *et al.* (2024)

La Solución: Biofortificación con nanopartículas de Zn y Se

¿QUE ES LA BIOFORTIFICACIÓN?

Es una estrategia que aumenta el contenido de micronutrientes en los cultivos para mejorar su valor nutricional.

En este caso, se usan nanopartículas de **Selenio (Se)** y **Zinc (Zn)** aplicadas en plantas de espinaca.



APLICACIÓN FOLIAR

Reduce la pérdida de nutrientes y acelera la movilización mineral dentro de la planta.

VENTAJAS DE LAS NANOPARTICULAS

- ✓ Mayor absorción y eficacia en dosis bajas.
- ✓ Menos impacto ambiental al requerir menores cantidades.

Nanopartículas (0.1 - 100 nm)



Beneficio para la planta

- Se** Favorece al crecimiento y la tolerancia a condiciones adversas (estrés hídrico, salinidad, etc.).
- Zn** Favorece al desarrollo de hojas, raíz y a la síntesis de proteínas.



USO RESPONSABLE Y SEGURO

Aunque es una tecnología innovadora, su aplicación aún se encuentra en etapa de investigación. Es fundamental evaluar las dosis adecuadas, la seguridad para la salud y los posibles efectos ambientales a gran escala.

Beneficio para humanos

- Se** Mejora las defensas del cuerpo y ayuda a retrasar el envejecimiento celular.
- Zn** Clave para el crecimiento, cicatrización de heridas y la formación de proteínas.





Biofortificación de espinaca: Innovación con nanotecnología para la salud

Alan Álvarez Monge
Ezequiel Muñoz Márquez
Celia Chávez Mendoza
Alexandro Guevara Aguilar
Esteban Sánchez Chávez*

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHITI)

*Autor para correspondencia: esteban@ciad.mx

Literatura recomendada

- Passarelli, S., Free, C. M., Shepon, A., Beal, T., Batis, C., & Golden, C. D. (2024). Global estimation of dietary micronutrient inadequacies: a modelling analysis. *The Lancet Global Health*, 12(10), e1590-e1599.
- Golubkina, N. A., Folmanis, G. E., Tananaev, I. G., Krivenkov, L. V., Kosheleva, O. V., & Soldatenko, A. V. (2017). Comparative evaluation of spinach biofortification with selenium nanoparticles and ionic forms of the element. *Nanotechnologies in Russia*, 12, 569-576.
- López-Morales, D., De La Cruz-Lazaro, E., Sánchez-Chávez, E., Preciado-Rangel, P., Márquez-Quiroz, C., & Osorio-Osorio, R. (2020). Impact of agronomic biofortification with zinc on the nutrient content, bioactive compounds, and antioxidant capacity of cowpea bean (*Vigna unguiculata* L. Walpers). *Agronomy*, 10(10), 1460.

Semblanzas de autores

Alan Álvarez Monge. Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Estudiante de Maestría en Ciencias con términos en Horticultura dentro del grupo de Investigación en Fisiología y nutrición Vegetal en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD).

Ezequiel Muñoz Márquez. Profesor-Investigador Asociado en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) Subsede Delicias, Chihuahua. Miembro del SNII nivel I, miembro del grupo de Investigación en Fisiología y Nutrición Vegetal con líneas de investigación en Nutrición de cultivos hortofrutícolas, Fitopatología y hongos simbiotes y Nanotecnología aplicada en la agricultura.



Celia Chávez Mendoza. M.C. por la Universidad Autónoma Chapingo. Doctor in Philosophia por la Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Profesora e Investigadora del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. Subsede Delicias, Chihuahua. Perteneció al SNII nivel II y SEI nivel III. Su línea de Investigación es en Tecnología y Conservación de Alimentos.

Alexandro Guevara Aguilar. Maestría en Ciencias Hortofrutícolas por la Universidad Autónoma de Chihuahua, Técnico académico de tiempo completo en el Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo A.C. Subsede Delicias, Chihuahua. Líneas de Investigación en Análisis de Alimentos, Conservación de Alimentos, Valor agregado y generación de nuevos productos.

Esteban Sánchez Chávez. Profesor-Investigador Titular en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) Subsede Delicias, Chihuahua. Perteneció al SNII nivel II y SEI nivel Investigador Estatal Extraordinario. Líder del Grupo de Investigación de Investigación en Fisiología y Nutrición Vegetal con líneas de investigación en: Biofortificación en cultivos agrícolas, Nanotecnología aplicada a la agricultura, Nutrición en cultivos hortofrutícolas y Fisiología del estrés en plantas. Miembro activo de las Sociedades Mexicanas: Ciencias Hortícolas y Ciencias del suelo.

