

# EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE NANOPARTÍCULAS DE ZINC EN EL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)

Guillén-Enríquez Reyna Roxana<sup>1\*</sup>, Juan Manuel Nava-Santos<sup>2</sup>, Zapata-Sifuentes Gerardo<sup>1,2</sup>, Pérez-García Laura Andrea<sup>1</sup>, Preciado-Rangel Pablo<sup>1</sup>

<sup>1,2</sup>Doctorado en Ciencias en Agua Suelo. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón-San Pedro km 7.5, Ejido Ana. 27170, Torreón, Coahuila, México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez s/n. CP. 27054, Torreón, Coahuila, México.

\*Autor de correspondencia: reguillen@outlook.com

## INTRODUCCIÓN

El zinc (Zn) es el micronutriente con mayor importancia tanto para humanos, animales como para las plantas; participando en la producción de clorofila, enzimas, proteínas y procesos oxidativos de todas las plantas (Yusefi-Tanha et al., 2021). Sin embargo, debido a sus bajas concentraciones y biodisponibilidad tiende a existir una deficiencia de Zn la cual afecta negativamente en el rango fotosintético, acumulación de azúcar y en la nutrición (Zhang et al., 2018). Por lo anterior, para mitigar la deficiencia, se han implementado los fertilizantes, los cuales no solo dan una óptima nutrición, sino también brindan una elevada calidad y eficiente producción, aunque entre sus negativos tienen altos costos, bajos rendimientos, baja calidad e ingreso (Valencia et al., 2018). Una de las alternativas, es el uso de nanofertilizantes los cuales son una opción potencial para mejorar la absorción de las plantas de nutrientes y para el ambiente (Salama et al., 2018). En los años recientes, estudios han reportado diversos beneficios, la positiva producción de cultivos y calidad de alimentos por el uso de nanopartículas de óxido de Zn (NPs ZnO) (Wang et al., 2018; Yusefi-Tanha et al., 2020). Munir et al., (2018) ha demostrado que la aplicación de NPs de ZnO incrementa las características de desarrollo, fotosíntesis y biomasa del trigo. Además, la aplicación foliar (AP) de NPs ZnO ha incrementado significativamente la concentración de Zn en los tejidos de la planta de girasol (Torabian et al., 2015). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de NPs ZnO en el cultivo de pepino.

## MATERIALES Y METODOS

### Diseño experimental

El experimento se realizó en la UAAAN, Torreón, Coahuila en condiciones de invernadero. El diseño experimental fue bloques completamente al azar compuesto de tres tratamientos y un control. Los tratamientos consistieron en la aplicación foliar de NPs ZnO (0, 25, 50 y 75 ppm) cada uno con seis repeticiones. Los tratamientos se aplicaron cada 15 días después de las primeras hojas verdaderas.



Figura 2. Fotografías del experimento

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Cuadro 1.** Valor promedio de las variables evaluadas en la planta y fruto de pepino, con la aplicación de diferentes concentraciones de NPs ZnO.

NPs ZnO ppm	Altura de planta cm	Rendimiento kg	Longitud del fruto cm	Firmeza N	TSS °Brix
0	54.053d	1.4500b	13.720b	0.13c	3.33c
25	146.270a	2.4300a	16.670a	0.40a	4.00b
50	105.693b	2.0833ab	18.223a	0.36a	5.00a
75	83.233c	2.0767ab	17.730a	0.26b	2.91d

\*Valores con letras iguales en cada columna son estadísticamente similares ( $p \leq 0.05$ ), prueba LSD.

Mahajan et al., (2011) reporta que las NPs de Zn con la concentración de 20 ppm tiene el mayor efecto positivo en el rendimiento en garbanzo.

Salama et al. (2018), quienes han reportado el mejoramiento del crecimiento, rendimiento y calidad en frijol con la concentración de 30 ppm NPs ZnO.

## CONCLUSIONES

La aplicación vía foliar de NPs ZnO mejora el rendimiento y la calidad de los frutos de pepino. Las dosis de 25 y 50 ppm mejoraron el rendimiento, firmeza, sólidos solubles totales, así como la longitud del fruto. Las NPs ZnO han demostrado tener un importante rol como nanofertilizante para el cultivo de pepino.

## REFERENCIAS

- Davarpanah, S., Tehranifar, A., Davarynejad, G., Abadía, J., Khorasani, R., 2016. Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. *Sci. Hortic.* 210, 57-64.
- Kandpal, N.D., Sah, N., Loshali, R., Joshi, R., Prasad, J., 2014. Co-precipitation method of synthesis and characterization of iron oxide nanoparticles. *J. Sci. Ind. Res.* 73, 87-90
- Kanwar, M.K., Sun, S., Chu, X., Zhou, J., 2019. Impacts of Metal and Metal Oxide Nanoparticles on Plant Growth and Productivity. In: *Nanomaterials and Plant Potential*. Husen, A., Iqbal, M., (Eds). Springer, Cham. pp. 379-392
- Preciado-Rangel, P., Reyes-Pérez, J. J., Ramírez-Rodríguez, S. C., Salas-Pérez, L., Fortis-Hernández, M., Murillo-Amador, B., & Troyo-Diéguez, E. (2019). Foliar aspersion of salicylic acid improves phenolic and flavonoid compounds, and also the fruit yield in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plants*, 8(2), 1-8. <https://doi.org/10.3390/plants8020044>
- Mahajan, P., Dhoke, S., Khanna, A., (2011). Effect of nano-ZnO particle suspension on growth of mung (*Vigna radiata*) and gram (*Cicer arietinum*) seedlings using plant agar method. *J.Nanotech.* <https://doi.org/10.1155/2011/696535>.
- Salama, D. M., Osman, S. A., Abd El-Aziz, M. E., Abd Elwahed, M. S. A., & Shaaban, E. A. (2019). Effect of zinc oxide nanoparticles on the growth, genomic DNA, production and the quality of common dry bean (*Phaseolus vulgaris*). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 18(March), 101083. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101083>
- Valencia, R. T., Acosta, L. S., Hernández, M. F., Rangel, P. P., Robles, M. Á. G., Cruz, R. del C. A., & Vázquez, C. V. (2018). Effect of seaweed aqueous extracts and compost on vegetative growth, yield, and nutraceutical quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruit. *Agronomy*, 8(11), 1-13. <https://doi.org/10.3390/agronomy8110264>
- Wang, X. P., Li, Q. Q., Pei, Z. M., & Wang, S. C. (2018). Effects of zinc oxide nanoparticles on the growth, photosynthetic traits, and antioxidative enzymes in tomato plants. *Biologia Plantarum*, 62(4), 801-808. <https://doi.org/10.1007/s10535-018-0813-4>
- Yusefi-Tanha, E., Fallah, S., Rostamnejadi, A., & Pokhrel, L. R. (2020). Zinc oxide nanoparticles (ZnONPs) as a novel nanofertilizer: Influence on seed yield and antioxidant defense system in soil grown soybean (*Glycine max* cv. Kowsar). *Science of the Total Environment*, 738. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140240>
- Zhang, T., Sun, H., Lv, Z., Cui, L., Mao, H., & Kopittke, P. M. (2018). Using Synchrotron-Based Approaches to Examine the Foliar Application of ZnSO<sub>4</sub> and ZnO Nanoparticles for Field-Grown Winter Wheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(11), 2572-2579. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04153>
- Zia-ur-Rehman, M., Naeem, A., Khalid, H., Rizwan, M., Ali, Sh, Azhar, M., 2018. Responses of plants to iron oxide nanoparticles. In: Tripathi, D.K., Ahmad, P., Sharma, Sh, Chauhan, D., Dubey, N.K. (Eds.), *Nanomaterials in Plants, Algae, and Microorganism*. pp. 221-238

### Variables evaluadas

Rendimiento	Altura de la planta	Longitud del fruto	Firmeza del fruto	Sólidos solubles totales (TSS)
Se determinó con el peso de cada uno de los frutos en una báscula digital de cada planta.	La altura de la planta se determinó midiendo con una cinta métrica escala 0 a 5 m desde la base del tallo hasta el ápice de la planta al finalizar el corte del quinto racimo.	Se midió utilizando una cinta métrica tomando como primer punto la base culminando en el ápice del fruto de pepino, esto se hizo con cada fruto y cada tratamiento al cosechar, y el resultado fue registrado en centímetros (cm).	La firmeza del fruto se determinó con un penetrómetro de la marca Extech penetrometer (FHT200) con una puntilla de 8 mm de diámetro.	Fueron obtenidos con un refractómetro portátil marca ATAGO calibrado en el cual se agregó una gota de la muestra compuesta.

Figura 1. Variables evaluadas

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y prueba de medias LSD de Fisher ( $P \leq 0.05$ ) con el Software estadístico SAS (Statistics Analysis System) ® versión 9.4.