

Nanotecnología: Un nuevo paradigma científico en la producción agropecuaria del siglo XXI

Nanotechnology: A new scientific paradigm on agricultural production of the XXI century

Ricardo Hugo Lira-Saldivar^{1*}, Bulmaro Méndez-Argüello¹

¹Departamento de Plásticos en la Agricultura. Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), Saltillo, Coahuila, México. CP. 25294

*Autor de correspondencia: hugo.lira@ciqa.edu.mx

Carta al editor recibida: 10 de junio de 2017 **aceptada:** 31 de octubre de 2017

El avance de la ciencia está llevando a la humanidad a la era de la nanotecnología (NT), que en términos sencillos, se refiere a la tecnología practicada sobre los materiales a nivel molecular. La NT, es la ciencia que está sustentada en la capacidad de medir, manipular y organizar la materia a escala nanométrica, entre 1 y 100 nanómetros (10^{-9} m), tiene la capacidad de impulsar el incremento de la producción de alimentos por medio de la agricultura sustentable, debido a que permite usar agua, pesticidas y fertilizantes de forma más eficiente y en menor cantidad (Duhan *et al.* 2017). Las aplicaciones de la NT son enormes, como los nanosensores para el monitoreo fitosanitario, zeolitas nanoporosas para la liberación lenta de fertilizantes, nanoaditivos alimenticios, medicamentos, nanoemulsiones para el tratamiento y la prevención de enfermedades (Ganesh 2017). En el sector agrícola los reportes sobre la aplicación de nanopartículas (NPs) metálicas con Fe, Cu y Zn, indican que mejoran la germinación de las semillas, el crecimiento, el contenido nutricional, la actividad enzimática y el rendimiento (Bradfield *et al.* 2017).

Algunas NPs de ZnO y CuO muestran efecto positivo sobre la reactividad de fitohormonas como las citoquininas (zeatina), auxinas (ácido indolacético) y ácido salicílico, compuestos que promueven elongación, división celular y crecimiento en las plantas (Lira-Saldivar *et al.* 2016). Algunas respuestas a las NPs podrían estar relacionadas con la producción del esteroide diosgenina y precursores

hormonales, que contribuyen en la producción endógena de fitohormonas como las citoquininas, auxinas y giberelinas (Vankova *et al.* 2017). Las NPs derivadas del carbono (C) como grafeno, fullereno y nanotubos de carbono (NTC) también son de importancia en la agricultura, debido a que tienen un efecto estimulante del crecimiento. Los NTC promueven el crecimiento de las plantas debido a que los nanotubos se comportan como canales de agua similares a las acuaporinas, lo que promueve mayor presión hidrostática dentro de las células; induciendo absorción de agua, flujo de nutrientes y por consiguiente mayor crecimiento de la planta.

Las NPs de óxido de grafeno también mejoran el crecimiento y la producción de biomasa en plantas, mientras que otras NPs como las de óxido de titanio causan incrementos en la actividad de varias enzimas y promueven la absorción de nitrato, el cual acelera la transformación del nitrógeno inorgánico a orgánico, haciéndolo más asimilable para las plantas. Un estudio con NPs de óxido de cerio demostró que también incrementan la producción de biomasa fresca, longitud de raíz y la actividad enzimática del sistema antioxidante (Gui *et al.* 2017). Lo que evidencia que las plantas cultivadas responden de forma favorable a los NPs metálicas o derivadas del carbón, y aun cuando algunos de estos nanocompuestos no actúan como micro o macro nutrientes, impactan en la fisiología y bioquímica de las plantas, efectos que no están bien dilucidados.

En la producción animal, los nanoaditivos en

las dietas promueven el crecimiento, la salud y la calidad de la carne. Los nanomateriales en nutrición animal y medicina veterinaria apenas se están investigando, sin embargo, su aplicación ha aumentado, y se prevé que siga creciendo en el futuro (Swain *et al.* 2016). Las NPs han empezado a utilizarse para el suministro eficiente de nutrientes y como antimicrobianos de nueva generación. Minerales como el Se, Cu, Fe y Zn de tamaño nanométrico incorporados a las dietas de animales, pueden incrementar su absorción y bioutilización, lo que puede promover el crecimiento de los animales y mejorar la calidad de la carne (Hill y Li 2017). La NT en el futuro cercano promete revolucionar la industria agroalimentaria, de manera que aquellos países que no logren incorporarse a esta megatendencia, pueden quedar fuera de la nueva redistribución industrial resultante

de la competencia alimentaria.

En este contexto la NT es una necesidad urgente para cambiar los métodos y técnicas de producción de alimentos, y México la ha aceptado para su desarrollo; prueba de lo antes señalado es que el Centro de Investigación en Química Aplicada en coordinación con la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, realizaron el International Symposium on AgroBio Nanotechnology del 25 al 27 de octubre de 2017 en Saltillo, Coahuila, México. Es importante resaltar que la NT es el conocimiento emergente del siglo XXI en todos los campos de la ciencia, y estamos convencidos que sus diversas aplicaciones en la agricultura y la ganadería, la colocarán en la vanguardia de la “Nueva Revolución Verde”, con un enfoque sustentable y amigable con los agroecosistemas.

LITERATURA CITADA

- Bradfield SJ, Kumar P, White JC, Ebbs SD (2017) Zinc, copper, or cerium accumulation from metal oxide nanoparticles or ions in sweet potato: Yield effects and projected dietary intake from consumption. *Plant Physiology and Biochemistry* 110: 128-137.
- Duhan JS, Kumar R, Kumar N, Kaur P, Nehra K (2017) Nanotechnology: The new perspective in precision agriculture. *Biotechnology Reports* 15: 11-23.
- Gui X, Rui M, Song Y, Ma Y, Rui Y, Zhang P, Liu L (2017) Phytotoxicity of CeO₂ nanoparticles on radish plant (*Raphanus sativus*). *Environmental Science and Pollution Research* 1-7: DOI 10.1007/s11356-017-8880-1.
- Ganesh, EN (2017) Application of Nanotechnology in Agriculture Sector-A Review. *International Journal of Exclusive Global Research* 1:12. 1-10.
- Hill EK, Li J (2017) Current and future prospects for nanotechnology in animal production. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 8: 1-13.
- Lira-Saldivar RH, Ponce-Zambrano R, Ruiz-Torres NA, Méndez-Argüello B, Mendoza-Mendoza E, García-Cerda LA, Vera-Reyes I (2016) Synthesis of zinc oxide nanoparticles and its influence on seed germination and growth of *Solanum lycopersicum* seedlings. *Wulfenia Journal* 23: 220-235.
- Swain PS, Rao SB, Rajendran D, Dominic G, Selvaraju S (2016) Nano zinc, an alternative to conventional zinc as animal feed supplement: A review. *Animal Nutrition* 2: 134-141.
- Vankova R, Landa P, Podlipna R, Dobrev PI, Prerostova S, Langhansova L, Vanek T (2017) ZnO nanoparticle effects on hormonal pools in *Arabidopsis thaliana*. *Science of the Total Environment* 593: 535-542.