

Efecto fitotóxico de partículas finas de oxido de cobre (II) en frijol flor de mayo

José Daniel Pizaña Chávez¹, Dr. Gustavo Cruz Jiménez², Cynthia Denisse Caudillo Yebra³

¹Licenciatura Químico Farmacéutico Biólogo, División de Ciencias Naturales y Exactas, campus Guanajuato, universidad de Guanajuato

²Departamento de Farmacia, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato.

³Licenciatura Químico, División de Ciencias Naturales y Exactas, campus Guanajuato, universidad de Guanajuato

jd.pizanachavez@ugto.mx

cruzg@ugto.mx

cd.caudilloyebra@ugto.mx

Resumen

En este trabajo se evaluaron los efectos fitotóxicos de las partículas de oxido de cobre de 150nm en la semilla de frijol flor de mayo por medio de el crecimiento de la raíz al germinar durante 5 días en cámara oscura con 3 diferentes concentraciones de partículas de oxido de cobre de 150nm (0, 1 y 10 ppm), además de usarse como punto de comparación la germinación de la semilla con un tratamiento de agua desionizada y 5 tratamientos de acetato de cobre a diferentes concentraciones.

Palabras clave: fitotoxicidad, partículas, óxido de cobre

Introducción

Con el paso del tiempo el uso de nanopartículas metálicas se ha visto avanzado para su uso en beneficio humano en diferentes áreas como lo son la medicina, la farmacia y la agricultura, en esta última área., se ha investigado el uso de algunas nanopartículas como lo es el cobre para obtener un efecto antifúngico en herbicidas, fertilizantes, etc. (Nicolaza p, et al 2018). Sin embargo, debido a que el uso de nanopartículas o nanotecnología es un tema aun reciente, se desconoce los efectos ambientales que estas puedan ocasionar (Miguel M, et al 2015), es por ello que aún hay datos desconocidos como lo es la concentración en la que puede causar efectos fitotóxicos en diferentes plantas y semillas, otros estudios han confirmado que el efecto de las nanopartículas en cuanto a morfología y fisiología varía de acuerdo a la planta en cuestión, actualmente se considera que hay 2 rutas por la cual las NP's pueden acumularse y translocarse en la planta, ya sea de raíz a hoja y fruto o de hoja a raíz (Jessica Valle 2020).



Figura 1. Proceso germinativo del frijol (fotografía por Bogdan Wańkiewicz, sin fecha)

Los estudios respecto al efecto que las NPs pueden causar en las plantas son mayormente dirigido a semillas de consumo habitual, en este trabajo se estudian los efectos fitotóxicos que las cercanas a NP's de Cu pueden causar en el frijol flor de mayo. El frijol en general representa una ingesta del 36% diario de proteína en México, el frijol flor de mayo ha pasado por un gran cambio en su variedad desde su introducción en México hace más de 40 años hasta la actualidad y de las que actualmente en centro México solo se encuentra la variante FM M38 (Muñoz, 2003).

Por lo anterior, se busca comprobar con NPs de Cu como afecta en la germinación y para lo cual se usan diferentes concentraciones para poder elucidar los efectos adversos y dañinos para la planta.

Materiales y métodos

Partículas de CuO

Las partículas se obtuvieron del Laboratorio del Dr. Juan Luis Pichardo M, del Centro de Investigaciones en Óptica de León (CIO), Guanajuato con un tamaño de 150nm y posteriormente se realizaron soluciones a diferentes concentraciones (0, 1, 10 ppm)

Semillas frijol flor de mayo

Se utilizaron semillas de venta comercial de la marca Verde Valle esterilizadas en hipoclorito de sodio al 8% durante 30 min en parrilla de agitación magnética para todas las germinaciones.

Acetato de cobre

Se prepararon soluciones de acetato de cobre a diferentes concentraciones: 0, 1, 10, 100, 1000 ppm dentro del laboratorio

Germinación de semillas

Para la germinación se ocuparon cajas Petri estériles las cuales tenían un papel filtro estéril y se colocaron 10 semillas por caja, se taparon con un papel filtro encima y se agregaron 5ml de agua desionizada, todo el proceso se realiza dentro de zona estéril para evitar la contaminación de alguna bacteria u hongo, se mantuvieron en una cámara ambiental durante 5 días revisando su peso diario para mantener el volumen de agua constante. Se realizaron 4 repeticiones.

Germinación de semillas en Acetato de cobre

Se repite el proceso realizado en la germinación con agua desionizada, sin embargo, se realizaron diferentes concentraciones de la solución las cuales fueron 0, 1, 10, 100 y 1000 ppm de acetato de cobre, cada una se realizó en 6 diferentes cajas Petri por lo cual se obtuvo un total de 30 cajas Petri con 10 semillas cada una. Para mayor absorción se colocaron 2mL de la solución en el primer papel filtro, 2mL en las semillas y 4mL en el papel filtro que los cubre dando un total de 8ml y cuidando su peso diario y en caso de que disminuyera más del 10% se agregó agua desionizada, para la concentración de 0 ppm se utilizó solución nutritiva de Hoagland modificada a pH de 5.

Germinación de semillas con NPs de Cu

Para este proceso se utilizaron concentraciones de 0, 1 y 10 ppm y se realizó por triplicado para cada concentración

Medición de raíz

Se realizaron mediciones del crecimiento de la raíz al pasar los 5 días en las semillas ya germinadas, con ayuda de un pie de rey. Se calculó un promedio de crecimiento por caja y después por concentración, con

los datos obtenidos se realizó un análisis estadístico ANOVA para poder comparar los efectos fitotóxicos entre los tratamientos.

Resultados y discusión

Para un resultado inicial en el crecimiento del frijol flor de mayo, se tuvo un crecimiento en muy poca cantidad de la semilla bajo un tratamiento con agua desionizada. De las 4 repeticiones realizadas, 3 tuvieron contaminación por hongo debido a la humedad por lo cual afecto su crecimiento, se tomó en cuenta un promedio de crecimiento de raíz basándonos en las semillas germinadas sin hongo obteniendo un promedio de $52.3\text{mm} \pm 5.7$ ($n=5$) de crecimiento como el punto de comparación.

Para el tratamiento con acetato de cobre se obtuvieron resultados variables debido a que a una concentración de 0 ppm el crecimiento de la raíz fue en promedio $21.56\text{mm} \pm 6.61$ ($n=6$). Basándonos en la información obtenida en el manual técnico para la germinación del frijol de la secretaria de agricultura y ganadería (SAG) de honduras, se puede atribuir este poco germinado a la época y la temporada, al ser en una temporada de lluvia y clima frio, además de húmedo, el frijol se desarrolla en menor medida, puesto que las épocas más apropiadas son en primavera (Norman Escoto, 2004)

En cuanto a una concentración de 1ppm de acetato de cobre, se obtuvo un crecimiento promedio de 55.61mm. Estudios han comprobado que el cobre es uno de los minerales que a concentraciones menores a 5ppm es benéfico para el crecimiento de las plantas (Villegas Torres, et al 2015). Por ello se empezó a ver una disminución en la elongación de la raíz a concentraciones posteriores a 10 ppm y a una concentración de 1000 ppm el crecimiento fue significativamente menor en comparación con 1 ppm, pudiéndose notar un oscurecimiento en las semillas y una caída de la raíz en debido al posible efecto toxico que las concentraciones de cobre le causaron (véase resultados Figura 2).

Para el caso de las partículas finas de CuO se logró ver una notable diferencia en la inhibición del crecimiento de las raíces, incluso se logra destacar el hecho de que el tallo comenzaba a desarrollarse con una raíz demasiado pequeña en comparación con los dos tratamientos anteriores, al igual que con el acetato de cobre a 1000 ppm desde la concentración 1ppm de partículas de CuO 150nm se notaron cambios en la semilla y caída de la raíz en algunas germinaciones, en comparación con otro experimento se corrobora el hecho de que al aumentar la concentración de partículas finas CuO en una germinación el porcentaje de crecimiento se ve disminuido hasta más del 50% (Nhan V, *et al.* 2016). Sin embargo, no se observa una diferencia estadística significativa de las concentraciones 1 y 10 ppm en comparación al control ($p<0.05$) por lo cual no hay un efecto fitotóxico (véase figura 3)

Por otra parte, se logro observar el efecto antifúngico que las NP's tienen y por lo cual su uso en la agricultura se esta propagando, esto se demuestra en el tratamiento con agua desionizada y acetato de cobre hubo al menos 2 cajas con contaminación y por lo cual se tuvieron que descartar, sin embargo, en el tratamiento con NP's a pesar de la poca germinación, no hubo ni una sola contaminación.

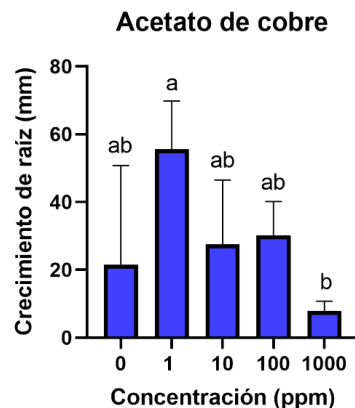


Figura 2. Fitotoxicidad en la elongación de raíz de frijol flor de mayo con acetato de cobre. Las barras representan el promedio de raíces en los

diferentes tratamientos, las letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$).

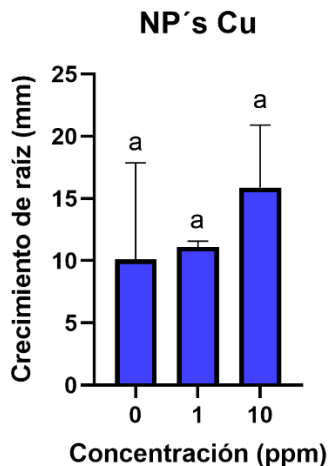


Figura 3. Fitotoxicidad en la elongación de raíz de frijol flor de mayo con partículas finas de CuO a 150nm. Las barras representan el promedio de raíces en los diferentes tratamientos, las letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$).

Conclusiones

Se observó una clara diferencia en el número de semillas que germinaban en los tratamientos con acetato de cobre y partículas finas de CuO a medida que la concentración aumentaba, así como en la longitud de la raíz en las semillas para el tratamiento de partículas finas de cobre. Sin embargo, se considera que el tiempo necesario para obtener una conclusión más sustentada es de un mayor número de días para su germinación, así como para poder observar su crecimiento como una planta y observar de mejor manera el efecto fitotóxico que puede causar en toda la planta, por lo cual se concluye que con base al análisis estadístico no se observa efectos fitotóxicos en el tratamiento con partículas finas de CuO, es recomendado realizar más estudios en una temporada donde también se favorezca el crecimiento del frijol.

Agradecimientos

Los autores de este artículo agradece al CONACYT por el apoyo al proyecto de infraestructura convenio 255270, a la DAIP por el apoyo económico brindado para la residencia durante el XXVII verano de la ciencia, al laboratorio del Dr. Juan Luis Pichardo Molina del Centro de Investigaciones en Óptica (CIO) en León, Guanajuato, por proporcionar las partículas finas de CuO (II), también se le agradece a la Dra. Liss Linda Villavicencio por el apoyo a este proyecto y a la Q.F.B. Claudia Karina Sánchez Sánchez por el apoyo en el Laboratorio de Evaluación Toxicológica y Riesgo Ambientales (LETRA).

Referencias

- Jessica Denisse Valle García. (26 de Agosto de 2020). Evaluación del efecto de nanopartículas metálicas de hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) y plata (Ag) en el crecimiento del frijol común. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Departamento de biotecnología y bioingeniería, SSIT0016307.pdf (cinvestav.mx)
- Miguel E. Medina, *et al.* (marzo.2015). Las nanopartículas y el medio ambiente. Departamento de Biología de Organismos, Universidad Simón Bolívar, Venezuela. art05.pdf (scielo.org).

- Muñoz, José de Jesús; Guzmán, Horacio; Acosta, Jorge Alberto; Castellanos, Javier Zaragoza (2003). Flor de mayo anita, nueva variedad de frijol para la región central de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 26(3),209-211.[fecha de Consulta 15 de Julio de 2022]. ISSN: 0187-7380. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61026311>
- Nhan Le Vanab, Chuan Xin Mac, Jiaying Shaga.(2016). Effects of CuO nanoparticles on insecticidal activity and phytotoxicity. Facultad de Recursos y Ciencias Ambientales, Universidad Agrícola de China, Beijing 100193, China b Centro de Capacitación, Consultoría y Transferencia de Tecnología, Academia de Ciencias y Tecnología de Vietnam, 18 Hoang Quoc Viet Street, distrito de Cau Giay. PMID: PMC5817337
- Nicolaza Pariona, *et al.* (diciembre, 2018). Síntesis de nanopartículas de cobre para el control de hongos fitopatógenos. *Revista ECIPeru*, Volumen 15, numero 2 DOI: <https://doi.org/10.33017/RevECIPeru2018.0017/>
- Norman Danilo Escoto Gudiel.(2004).El cultivo de frijol, manual técnico para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores. secretaria de agricultura y ganadería (SAG) dirección de ciencia y tecnología agropecuaria. Tegucigalpa M. D. C. Honduras C. A.
- Villegas Torres, Oscar Gabriel, Domínguez Patiño.(26/marzo/2015). Cobre y Níquel, microelementos esenciales en la nutrición vegetal. Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra, Celaya, C.P. 38060, Campus Irapuato-Salamca, Irapuato,Gto. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias* 2015, 2-2:285-295 *Ciencias Naturales y Agropecuarias* Vol 2 Num 2 Final_22.pdf (ecorfan.org)