



Nanopartículas de TiO_2 , ¿Aliadas o enemigas de la vida?

Hannia Josselín Hernández-Biviano **iD**, Sofía López González **iD**, Diana Belen Marcial-Reyes **iD**, Daniel Emmanuel Perez Figueroa **iD**, José Arturo Pantoja Cruz **iD**

Licenciatura en Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

*Email: sofia_lpg@outlook.com

07 de mayo de 2024

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.11134301>

Editado por: Jesús Muñoz-Rojas (Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México).

Revisado por: Luis Ramiro Caso Vargas (Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México).

Apoyo en la maquetación: Luz del Carmen Cortés Reyes (Estudiante de Bioquímica Clínica, Universidad de las Américas Puebla, Puebla, México).

Colección de ESMOS

Resumen

El dióxido de titanio es un mineral y compuesto inorgánico formado por la unión de un átomo de titanio y dos de oxígeno con fórmula química: TiO_2 , se comporta como semiconductor normalmente en la fase anatasa y rutilo [1]. Es poliforme y existe de forma natural en tres diferentes tipos cristalinos: anatasa, rutilo y brookita. Todas presentan distintas

propiedades fisicoquímicas como adsorción y fotorrespuesta que dependen de su estructura tridimensional cristalina, tamaño y porosidad [2].

Existen diferentes métodos para la síntesis y producción de nanopartículas de TiO_2 que pueden ser: físicos que requieren alta energía para mantener alta temperatura y presión, o métodos químicos que utilizan sustancias tóxicas como lo son solventes que además generan durante la producción subproductos peligrosos [3, 4]. Por ello, surge la necesidad por desarrollar métodos más sustentables y amigables con el medio ambiente, y con ello se implementa la síntesis verde la cual está compuesta por métodos que emplean extractos de plantas, microorganismos y enzimas simples [3]. De hecho, los resultados sobre estudios en síntesis de NP de TiO_2 con extractos vegetales de la especie *Echinophora cinérea* muestran que estas son menos tóxicas y que llegan a presentarlos en concentraciones relativamente altas [4].

Las nanopartículas de TiO_2 han sido sospechosas de causar distintas afecciones, así como un aumento en la respuesta pro-inflamatorio debido a un aumento en la actividad de los macrófagos en los órganos con mayor actividad inmunológica como hígado, bazo o ganglios [5]. Así mismo, estas nanopartículas se han visto relacionadas con alteraciones respiratorias, afecciones cardiovasculares y alteraciones genéticas en personas que tienen exposición constante al uso de materiales cuya composición está formada por TiO_2 debido al trabajo desempeñado. A pesar de que encontramos nanopartículas de TiO_2 en productos de uso personal como cremas o bloqueadores, no existen estudios que demuestran su toxicidad a un nivel dérmico, siempre y cuando se respeten las concentraciones establecidas. No se descarta que en un futuro pueda existir nueva información sobre la toxicidad de los productos [6]. Pruebas *in vitro* e *in vivo* confirman los efectos adversos en el cuerpo humano, como el ciclo celular alterado, constricción de las membranas nucleares y apoptosis. Mostraron que pueden dañar el ADN e interactúan con el epitelio del intestino delgado, responsable de la absorción de nutrientes. La exposición a nanopartículas de TiO_2 puede ocurrir por diversas vías, principalmente por inhalación, inyección, piel o absorción en el tracto gastrointestinal. Estudios *in vivo* han revelado que después de la inhalación o exposición oral, las nanopartículas de TiO_2 se

acumulan, principalmente en los pulmones, el tracto alimentario, hígado, corazón, bazo, riñones y músculo cardíaco [7].

Adicionalmente, se ha demostrado que alteran la homeostasis de la glucosa y los lípidos en ratones y ratas. La edad también puede ser un factor que juega un papel importante en el efecto nocivo. Como lo indican los resultados de las pruebas en ratas jóvenes y adultas, diferentes grupos etarios requieren diferentes biomarcadores para la detección y seguimiento de la toxicidad de las NP. En ratas jóvenes se observó, inflamación del hígado junto con lesiones cardíacas y activación no alérgica de mastocitos en tejido gástrico. Con el fin de obtener más información sobre la toxicidad del dióxido de titanio se han buscado biomarcadores que permitan el seguimiento de la actividad del compuesto tanto en el cuerpo humano como en animales y plantas; en 2021 se realizó la investigación y seguimiento del incremento del ácido salicílico endógeno y ácido acetilsalicílico en Aloe vera cuando era expuesto a TiO_2 , los resultados arrojados mostraron modificaciones en los índices de crecimiento en el alargamiento de las hojas, el peso fresco, el desarrollo de las raíces, entre otros factores, demostrando de esta manera que el TiO_2 puede causar modificaciones o alteraciones en los organismos con los que esté en contacto [8].

Palabras clave: Dióxido de titanio; nanopartículas; alteraciones; toxicidad; biomarcadores.

<https://sites.google.com/view/esmosbuap/esmos-2024/esmos-94>

Referencias

- [1]. Pacheco D, Rico J, Díaz JH, Espitia MJ. Estudio DFT de propiedades estructurales y electrónicas del óxido de titanio en sus fases: rutilo, anatasa y brookita. Revista Colombiana de Materiales [Internet]. 2014 May 19;0(5):179–85. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/materiales/article/view/19385>
- [2]. Fernández López AE. Viabilidad y citotoxicidad de cápsulas nanométricas funcionalizadas con dióxido de titanio [Trabajo fin de maestrado (UDC.CIE). Biotecnología avanzada. Curso 2015/2016].

[Coruña España]: Universidade da Coruña; 2016. Disponible en: ruc.udc.es/dspace/handle/2183/17774?show=full

[3]. Saini R, Kumar P. Green synthesis of TiO₂ nanoparticles using *Tinospora cordifolia* plant extract & its potential application for photocatalysis and antibacterial activity. Inorg Chem Commun. 2023 Oct;156:111221. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S138770032300833X>

[4]. Jafari A, Rashidipour M, Kamarehi B, Alipour S, Ghaderpoori M. Toxicity of green synthesized TiO₂ nanoparticles (TiO₂ NPs) on zebra fish. Environ Res. 2022 Sep;212 (Parte E):113542. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935122008696>

[5]. Olmedo DG, Tasat DR, Evelson P, Guglielmotti MB, Cabrini RL. Biological response of tissues with macrophagic activity to titanium dioxide. J Biomed Mater Res A. 2008;84A(4):1087-93. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17685404/>

[6]. Gutiérrez Antezana AF, Lizárraga Hurtado TL. Efectos sobre la salud en los trabajadores expuestos al dióxido de titanio. Med. segur. trab. 2016; 62(242): 79-95. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2016000100008&lng=es

[7]. European Food Safety Authority. Titanium dioxide: E171 no longer considered safe when used as a food additive. European Food Safety Authority. 2021. Disponible en: [Titanium dioxide: E171 no longer considered safe when used as a food additive | EFSA \(europa.eu\)](https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/21-05-2021)

[8]. Fang X, Tong Y-J, Li N, Yu L-D, Ouyang G, Zhu F. *In vivo* tracing of endogenous salicylic acids as the biomarkers for evaluating the toxicity of nano-TiO₂ to plants. Analytica Chimica Acta. 2020; 1145:79-86. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2020.10.063>