

Elaboración de perlas de quitosano, adicionado con óxido de grafeno para su creación

Luis Armando Ríos Tinoco *, Kenia Ramírez Jiménez, Rocío Hillary Rangel Rosales, Verónica Janette Cedeño Garcidueñas, Jaime Piñón Flores

Laboratorio de Ambiental, Departamento de Ingenierías, Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Morelia, Michoacán, México. (kenia_0194@hotmail.com; hill_rangel@live.com.mx; veronica.cg@vmorelia.tecnm.mx; jaimpe.pf@vmorelia.tecnm.mx).

* Autor de correspondencia: rios.180298@gmail.com; Tel.: (+52- 4431075734)

Desarrollo Sustentable (Materiales sustentables). **Ponencia Virtual.**

Recibido: 25 de agosto de 2023 Aceptado: 5 de octubre de 2023 Publicado: 23 de noviembre de 2023

Palabras clave: Quitosano, óxido de grafeno; Encapsulamiento.

Introducción. A nivel mundial se producen demasiadas toneladas anuales de materiales sustentables que son despreciados y que pueden ser aprovechados nuevamente. Tal es el caso del exoesqueleto de los mariscos, que puede darse como subproducto la quitina y quitosano, materiales que pueden nuevamente ser aprovechados y ser aplicados en campos tan importantes como es la contaminación de aguas, puesto que puede actuar como coagulante primario para aguas residuales de alta turbidez y alcalinidad, como floculante para remoción de partículas coloidales sólidas y aceites, y para la captura de metales pesados y pesticidas en soluciones acuosas.

La quitina se encuentra distribuida ampliamente en la naturaleza, después de la celulosa es el polímero natural más abundante (K. Heller, I. Claus y J. Huber, Zeit. Naturforsch. 1959). Este presenta una tasa de reposición tan alta en la biósfera que se estima puede duplicar a la de la celulosa, por lo que constituye un importante recurso renovable. La principal fuente de quitina son exoesqueletos de crustáceos. Particularmente, los exoesqueletos de camarón contienen una alta concentración de quitina, de la cual es posible obtener quitosano a través de un proceso químico de N-desacetilación.

El óxido de grafeno es un compuesto de oxígeno, carbono e hidrógeno, sintetizado a través de la oxidación y exfoliación del grafito, comparte la misma estructura del grafeno, pero incluye grupos funcionales intercalados que contienen oxígeno. El grafeno es uno de los materiales más prometedores en la actualidad, ya que cuenta con propiedades muy útiles; como ser un material mucho más duro que un diamante, ser un excelente conductor de corriente eléctrica y su maleabilidad (Rodríguez 2012).

Para el tratamiento de aguas, el quitosano se utiliza como floculante, coagulante, en tratamientos de flotación para la remoción de aceites pesados en agua, como agente filtrante para piscinas y spas, en remoción de metales y surfactantes (Cristóbal Lárez, 2003).

También el quitosano puede servir para adsorber iones metálicos presentes en suelos o aguas y permitir su remoción (Romero Suarez, C.A., Zapata Zapata, J.M., 2017).

En 2016, Grande T. David en su artículo denominado bajo el nombre "Bionanocompuestos de quitosano - óxido de grafeno: una alternativa novedosa para la conservación de alimentos", menciona que; la aplicación de estos materiales en conjunto puede ser más eficientes que si trabajan individualmente, ya que preparó nanocompuestos por reacción térmica de entrecruzamiento entre el quitosano y el óxido de grafeno a 120°C. En donde se pudo observar que la resistencia mecánica se incrementó desde $22,7 \pm 1.2$ hasta $6471,6 \pm 1775,5$ MPa cuando se adicionó 0.1% de GO a las láminas de quitosano.

Es por ello que el siguiente trabajo tiene como finalidad crear una aplicación que permita remover metales como el cobre o mercurio de suelos o aguas contaminadas, tomando en cuenta que la preparación de las perlas depende del enfoque y/o aplicación que se le vaya a dar.

Metodología. En este trabajo se sintetizó el Óxido de Grafeno por medio de la técnica Hummers modificado eco-friendly por Ji Chen y

col., el cual consiste en agregar grafito (3 g) en una solución de ácido sulfúrico (70 mL) a una constante agitación y a baño de hielo, para posteriormente ponerlo a baño maría con aceite (300 mL aprox.) comestible para aumentar su temperatura (40°C), se agregó peróxido de hidrógeno (30%) y finalmente se agregó agua desionizada, para realizar un lavado con Ácido Clorhídrico y agua desionizada para lavar y neutralizar el pH, finalmente se secó en estufa.

En 2019 Zhao y colaboradores prepararon esferas de óxido de grafeno carboxilado- quitosán para la inmovilización de cobre presente en agua y suelo. En base a esto se hizo la realización de las perlas, se llevó a cabo disolviendo quitosano en 3 ml de CH₃COOH (2% v/v) para después llevar a agitación magnética durante 3 horas o hasta remover las burbujas de aire de la solución y formar una solución estable, después se preparó una solución con 3 g de NaOH (2.5%) (p/v) en 60 mL de agua desionizada, posteriormente en la suspensión con ayuda de una jeringa se añadió gota a gota en la solución de NaOH. Una vez obtenidas las perlas de quitosano se procedió a filtrar y lavar estas varias veces con agua desionizada hasta obtener un pH con un intervalo de 7.5 – 7.0.



Figura 1. Perlas de quitosano

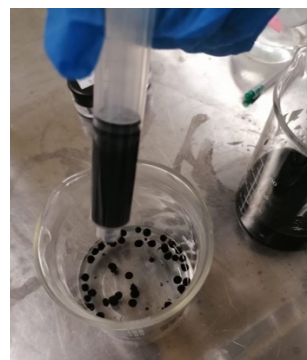


Figura 2. Perlas de quitosano-óxido de grafeno

Bien, en cuanto a la realización de las perlas de quitosano con óxido de grafeno, se añadió 1 gr de quitosano a 60 ml de CH₃COOH (2% v/v), se dejó agitar mecánicamente o en el ultrasonido durante 30 minutos hasta remover las burbujas de aire de la solución y formar una solución estable. Después, se añadió 0.5 g de OG al sólido a encapsular, hasta que sea homogéneo y se dejó agitar durante 30 minutos. Posteriormente se agregó gota a gota en un volumen de 20

ml de solución de NaOH (2.5%) (p/v) y se dejó durante 12 horas. Se lavó con agua desionizada hasta obtener un pH de 7.5-8.5 y se procedió a tomar una muestra. Se realizaron diferentes experimentos, algunos de ellos fueron secados mediante horno o liofilización y otros no.

Resultados. Se realizaron pruebas de encapsulamiento de quitosano y otras de encapsulamiento de quitosano, pero con óxido de grafeno. En base a pruebas físicas de textura y soporte, se dedujo que, al formar las perlas de quitosano, éstas no se diluyen en agua y que ya cuando son secadas se vuelven firmes y duraderas, agregando también que el método utilizado es eficaz y no es tan complicado de poder realizar. Al tener como referencia la cualidad de los materiales por separado, podemos entender que son materiales con características físicas y químicas especiales para aplicación en diversos campos.

Conclusiones. La creación de perlas de quitosano adicionado con OG puede ser muy útil en la aplicación de remoción de metales pesados como el cobre en aguas y suelos, ya que la función del quitosano es atraer los iones metálicos presentes y el OG permite adsorber con mayor eficiencia el metal a remover.

Bibliografía.

- Fonseca Niño, E.A. (2020). Hidrogeles de gelatina óxido de grafeno para el encapsulamiento de *kluyveromyceslactis*: prueba de concepto para reactores de lecho empacado altamente eficientes para la producción de ácido láctico. <http://hdl.handle.net/1992/44991>
- Tovar, C. D. G. (2016). Bionanocompuestos de quitosano-óxido de grafeno: una alternativa novedosa para la conservación de alimentos. *Informador técnico*, 80(1), 20-23. <https://doi.org/10.23850/22565035.316>
- Hernández, Y. (2004). La quitina y la quitosana, polisacáridos animales de gran importancia. *Departamento de Bioquímica del centro universitario José Martí. Habana, Cuba.*
- Heller, K., Claus, L., & Huber, J. (1959). Zur Identität von pflanzlichem und tierischem Chitin. *Zeitschrift für Naturforschung B*, 14(7), 476-477. <https://doi.org/10.1515/znb-1959-0727>
- Velásquez, C. L. (2006). Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro. *Avances en química*, 1(2), 15-21. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93310204>
- Montero-Álvarez, J. A., Paredes-Bautista, M. J., & Rivera-Morales, M. C. (2010). Utilización de quitosana para la remoción de arsénico (As) del agua. *Superficies y vacío*, 23, 136-139. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94248264028>
- Pastrana Bonilla Eduardo (2010); Importancia industrial de la quitina. Bioquímica, facultad de Ingeniería, USCO. <http://eduardopastrana.blogspot.com/>
- Pérez García, A. (2020). Estudio del estado del arte de las propiedades físicas y mecánicas de geopolímeros dopados con nanopartículas de óxido de grafeno. <https://hdl.handle.net/11441/103920>
- Rojas Vásquez, D. A. (2021). *Evaluación de encapsulados para el control de contaminantes emergentes en aguas* (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América). <https://hdl.handle.net/20.500.11839/8439>
- Romero Suarez, C.A. (2017). Aplicación de perlas de quitosano modificado con hierro para adsorción de mercurio en soluciones acuosas. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11405>
- Zhao, L., Guan, X., Yu, B., Ding, N., Liu, X., Ma, Q., ... & Yang, S. T. (2019). Carboxylated graphene oxide-chitosan spheres immobilize Cu²⁺ in soil and reduce its bioaccumulation in wheat plants. *Environment international*, 133, 105208. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105208>