

# Evolución del uso del quitosano en el tratamiento de agua

➤ Dr. Juan Carlos Burillo Montufar, M.I. Javier González Cantú y M.E.S. Irma Liz Piñón Carmona

Universidad Autónoma de Chihuahua /Facultad de Ingeniería  
FINGUACH Año 6, Núm. 21, septiembre - noviembre del 2019

El quitosano es un biomaterial polimérico con diversas aplicaciones. En medicina se emplea en la ingeniería de tejidos, liberación de drogas, vendaje para heridas, biosensores, el tratamiento de las úlceras gástricas y la adhesión a células cancerígenas; en nutrición como ingrediente dietético, preservador de alimentos, agente emulsificante; en biocatálisis para atrapar o liberar enzimas; en la agricultura como pesticida natural; en la industria como material protector para las pinturas de los coches; y en el tratamiento de aguas naturales y residuales para remover contaminantes tales como colorantes y metales pesados. El descubrimiento del quitosano y su caracterización inició en el siglo XIX más como un interés científico pero evolucionó y su empleo actual es de tipo médico, agrícola, industrial y ambiental (Zhang *et al.* 2016; Pakdel y Peighambaroust 2018). A continuación se presenta una breve historia de los orígenes del quitosano así como los más recientes avances tecnológicos para el tratamiento del agua.

## Historia del quitosano (Ambore *et al.*, 2013)

- En 1811 el naturalista francés Braconnot, al estudiar los hongos descubrió la quitina de la que se obtiene el quitosano. El quitosano es un material que se obtiene del esqueleto de varios crustáceos. Por ejemplo del caparazón de la langosta, el camarón y el cangrejo, entre otros.
- 20 años después Lassaingne publicó un artículo donde mencionaba la presencia de quitosano en la estructura de los insectos y las plantas dándole el nombre de quitina. La palabra quitina se deriva del griego "quitón" cuyo significado es túnica, cáscara, envoltura, entre otros. Este mismo material fue estudiado por Lassaingne quien encontró nitrógeno en su estructura.
- Después del descubrimiento de la quitina se dio el del quitosano. Fue descubierto por primera vez por el científico Rouget mientras trabajaba con quitina. Rouget logró obtener quitosano soluble mediante tratamientos químicos y térmicos.
- En 1878 Ledderhose reportó que la quitina es una combinación de moléculas de glucosamina y ácido acético. En 1894 el científico Hoppe-Seyler describió al quitosano como un derivado de la quitina.
- A partir de 1920 el quitosano se convirtió en un material popular para proyectos de investigación. Muchos investigadores lo obtenían de cangrejos, conchas y setas.
- Rammelberg en 1930 trabajó con diversos productos naturales y descubrió que en muchos de ellos se encontraba pre-

sente la quitina. Además se dio cuenta de que hidrolizando la quitina de muchas formas se obtenía un polisacárido de la glucosamina.

- En 1950 el empleo de la técnica de rayos X mejoró el estudio de la presencia de quitina y quitosano en los hongos. Esta técnica ha permitido identificar además la celulosa en las paredes celulares de las plantas. Después de 140 años de los primeros trabajos sobre quitina publicados por Braconnot se editó en 1951 el primer libro sobre quitosano.

## Aplicación del quitosano para el tratamiento de agua

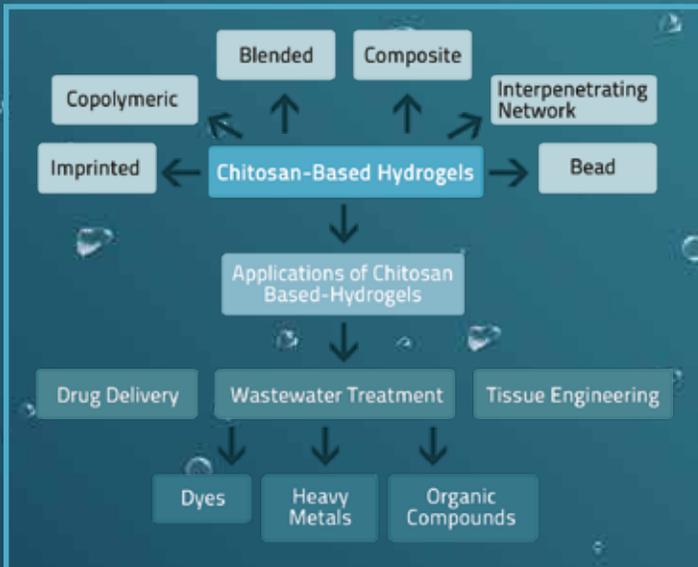
En Chihuahua se han empleado exitosamente los hidrogeles de quitosano para remover simultáneamente arsénico y flúor del agua subterránea (Pamila, 2019). El uso de la quitina y el quitosano en el tratamiento de las aguas es muy amplio ya que se han eliminado con estos materiales contaminantes como colorantes, metales pesados y compuestos orgánicos. Estos materiales son de bajo costo por lo que se han utilizado en el tratamiento de aguas. El quitosano se usa como adsorbente, coagulante-floculante y bactericida en el tratamiento de aguas residuales. La mayor efectividad de este material para coagular y flocular suspensiones orgánicas se da a pH neutro y con alto grado de purificación (desacetilación) empleando por lo general muestras de quitosano de bajo peso molecular.

La tabla siguiente muestra el uso actual del quitosano en el tratamiento de agua:

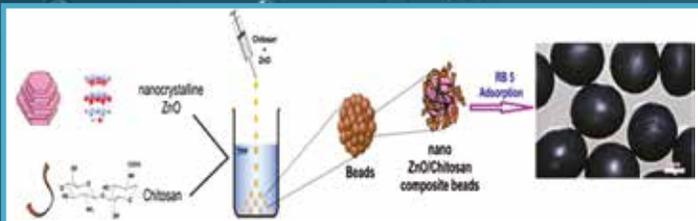
Quitosano (CS)	Contaminante(s)	Eficiencia de remoción (%)	Cita
Floculante			
CS/PAL/PSD	DQO, SS, Al <sup>3+</sup>	1.8-23.7, 50, 61-85.5	Zenget <i>et al.</i> (2008)
CS-glutaraldehído	Aceites	99	Zhang <i>et al.</i> (2013)
CS-polianión	Turbidez	65-72	Savant y Torres (2008)
CS	DQO	86	Hui y Li (2003)
CS	Turbidez	97.5	Altaher (2012)
CS	Tinte: congo rojo	94.5	Patel y Vashi (2012)
Adsorbente			
CS-Lodo activado	Cd <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup>	96.08, 95.76	Zhao <i>et al.</i> (2017)
FMCB	As <sup>3+</sup> , As <sup>5+</sup>	39.1, 54.2 mg/g	Qi <i>et al.</i> (2015)
CS y cáscara de huevo	Cr <sup>6+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup>	90	Renge <i>et al.</i> (2012)
Bactericida			
TSCS	Cu <sup>2+</sup> , E. coli	99	Ahmad <i>et al.</i> (2015)
CS	Turbidez, SS, DQO, NH <sub>4</sub> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , Edwardsiella ictaluri	90, 61, 69.7, 89.2, 95.6	Chung (2006)

Tabla 1. Uso actual del quitosano en el tratamiento del agua.

Se observa en la tabla anterior que el quitosano puede remover simultáneamente contaminantes. Estos contaminantes pueden ser tanto orgánicos como inorgánicos. En el caso de indicadores de contaminación de tipo orgánico se incluye: la Demanda Química de Oxígeno (DQO) aceites, tintes, bacterias (por ejemplo E. Coli); mientras que los contaminantes inorgánicos son metales y metales pesados como hierro (Fe), cobre (Cu), cadmio (Cd), plomo (Pb), arsénico (As), cromo (Cr), mercurio (Hg), entre otros. Las eficiencias de remoción dependerán de la calidad del agua del afluente y de las condiciones de operación y funcionamiento del sistema de tratamiento. En la tabla se muestra las eficiencias de remoción que pueden llegar a ser altas o muy altas con valores que van entre el 65 y el 99 %.



**Figura 1.** Los hidrogeles de quitosano y su aplicación en el tratamiento del agua. (Pakdel y Peighamardoust, 2018).



**Figura 2.** Proceso de preparación del hidrogel CS/ZnO. (Pakdel y Peighamardoust, 2018).



## Referencias

- Ahmad M. Ahmed S., Swami B.L., Ikram S. (2015) Preparation and characterization of antibacterial thiosemicarbazide chitosan as efficient Cu(II) adsorbent. *Carbohydrate polymers*, 132: 164-172
- Altaher H. (2012) The use of chitosan as a coagulant in the pre-treatment of turbid sea water. *Journal of Hazardous Materials*, 233-234: 97-102
- Ambore S.M., Khantale S, Gavit M., Rathod C., Dhadwe A. (2013) A brief overview of chitosan applications. *Indo American Journal of Pharmaceutical Research*, 3(12) ISSN NO: 2231-6876
- Chung Y.C. (2006) Improvement of aquaculture wastewater using chitosan of different degrees of deacetylation. *Environmental Technology*, 27(11): 1199-1208
- Hui H., Li C. (2003) Studies on flocculation efficiency of chitosan treating waste water of FenSi production. *Guangxi Journal of Light Industry*.
- Pakdel P.M., Peighamardoust S.J. (2018) Review on recent progress in chitosan-based hydrogels for wastewater treatment application. *Carbohydrate Polymers*, 201: 264-279
- Pamila Tecuautzin I. (2019) Remoción de arsénico y flúor del agua subterránea de Chihuahua mediante hidrogeles de quitosano sintetizados con radiación gamma. *Tesis de Maestría en Ingeniería UACH*.
- Patel H., Vashi R.T. (2012) Removal of Congo Red dye from its aqueous solution using natural coagulants. *Journal of Saudi Chemical Society*, 16(2): 131-136
- Qi J, Zhang G., Li H. (2015) Efficient removal of arsenic from water using a granular adsorbent: Fe-Mn binary oxide impregnated chitosan bed. *Bioresource Technology*, 193: 243-249 <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.06.102>
- Renge V.C., Khedkar S.V., Pande S.V. (2012) Removal of heavy metals from wastewater using low cost adsorbents: A review. *Scientific Reviews and chemical communications*, 2(4): 580-584
- Savant V.D., Torres A., (2008) Chitosan-based coagulating agents for treatment of cheddar cheese whey. *Biotechnology progress* <https://doi.org/10.1021/bp0001260>
- Zhang S., Lu F., Tao L., Liu N., Gao C., Feng L., Wie Y. (2013) Bio-Inspired Anti-Oil-Fouling Chitosan-Coated Mesh for Oil/Water Separation Suitable for Broad pH Range and Hyper-Saline Environments. *ACS Appl. Mater. Interfaces* 5(22): 11971-11976
- Zhang L., Zeng Y., Cheng Z. (2016) Removal of heavy metal ions using chitosan and modified chitosan: A review. *Journal of Molecular Liquids*, 214: 175-191
- Zhao Zuo-ping; Duan Min, Liu Zhi-feng, Tang Bo, Tong Yan-an (2017) Research on Adsorption Performance of Chitosan-Activated Sludge composite adsorbent to Cadmium and Lead in Wastewater. *Journal of Ecology and Rural Environment*.