

Biopolímeros: La explosión de la era eco-amigable

Biopolymers: The BOOM of the eco-friendly era

Nery Gabriela Martha Aguilar

Estudiante de doctorado en Ciencias Químicas, ICUAP, BUAP.
Centro de Química, ICUAP, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) Edificio IC8 Ciudad Universitaria, Col. Sn Manuel.(222) 229 55 00, ext. 7274.

Correos electrónicos: nery.marthaaguilar@viep.com.mx

Resumen

Una de las mayores amenazas para un buen desarrollo económico y social en el futuro es sin duda alguna el daño ambiental. El consumo excesivo de plásticos derivados del petróleo y la gran cantidad de desechos generados por dicha práctica ha puesto en alerta a diferentes sectores de la sociedad. Por lo que, no es de sorprendernos que científicos, ingenieros, arqueólogos e incluso influencers compartan constantemente información sobre el diseño y las diversas aplicaciones de materiales creados a partir de fuentes naturales. Bolsas biodegradables, textiles libres de compuestos tóxicos, envases y empaques BIO, cada uno de estos productos tienen algo en común, el uso de biopolímeros, los cuales son potenciales candidatos para mejorar la relación entre el consumo de artículos de primera necesidad y el ambiente.

Palabras clave: biopolímeros, bioplásticos, eco-friendly, sustentable.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es muy común escuchar el término BIO como prefijo o sufijo para denotar que algo es más natural y menos dañino, como los alimentos-bio, la biotecnología, los biocombustibles e incluso los bio-mercados. Dichos conceptos han surgido por la necesidad social de implementar un desarrollo sustentable o eco-friendly capaz de cubrir las necesidades básicas de la población sin comprometer los derechos y el desarrollo de las generaciones futuras por daños ambientales. Es por esto que, hoy en día, nuestras redes sociales y plataformas de compras online continuamente muestran campañas publicitarias promocionando artículos sustentables, como cepillos de bambú y prendas textiles, que han sido confeccionados utilizando fibras naturales. Y aunque la publicidad y la ciencia parecen estar en caras opuestas de la moneda, no es así. Uno de los desafíos científicos más importantes actualmente es el diseño de materiales que puedan ser degradados fácilmente en el ambiente y cuya preparación evite el uso de reactivos tóxicos. Por lo que, el uso de biopolímeros para sustituir algunos aditivos sintéticos e incluso para fabricar novedosos materiales, como los bioplásticos, resulta ser una de las soluciones más prometedoras a estas inquietudes (Guler & Garifullin, 2020; Ashter, 2016; Bhorkar and Dhoble, 2021).

Los biopolímeros, como su nombre lo indica, son macromoléculas producidas o encontradas en seres vivos, tales como las proteínas y los carbohidratos (MacGregor, 2003; Ibrahim et al., 2019). Sus fascinantes y múltiples ventajas, como su abundancia, biocompatibilidad y biodegradabilidad, los hacen ideales para ser empleados como sustitutos de polímeros sintéticos derivados del petróleo en el diseño de nuevos materiales (Mohan et al., 2002; Díez-Pascual, 2019; Van de Velde & Kiekens, 2002).



Figura 1. Collage de la diferente publicidad relacionada con el diseño y el consumo de artículos eco-friendly. (Staff High Tech Editores, 2018; Mercado Libre, 2020; Iktali, 2021; Europa Press, 2017; amalubags, 2020; M. Aguilar et al., 2018).

Biopolímeros

en México

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México es una de las naciones poseedoras de la mayor diversidad de animales y plantas con casi el 70 % de la diversidad mundial de especies (CONABIO, 2020). Este alto porcentaje engloba cerca de 5,000 plantas endémicas y entre 60-90 especies de *Opuntia ficus-indica*, mejor conocidos como nopales, los cuales son una fuente importante para la obtención de biopolímeros (CONABIO, 2021). Tanto el extracto, baba y mucílago de esta planta arbustiva poseen macromoléculas con importantes propiedades químicas que permite que puedan ser utilizados en diferentes áreas (Portillo et al., 2021). Por ejemplo, desde la antigüedad, la baba del nopal ha sido empleada como pegamento natural y como agente protector para algunas edificaciones. De hecho, aún se sigue utilizando como impermeabilizante para la protección de ciertas construcciones en zonas arqueológicas (Torres Soria et al., 2015). Incluso, Diego Rivera utilizaba este compuesto para cubrir algunos de sus murales y preservarlos mejor (Aguilar, Hernandez y Lopez, 2016).

Actualmente, uno de los usos más prometedores para los biopolímeros extraídos del nopal, es en el desarrollo de novedosos biomateriales. Tal como lo ha mostrado la Dra. Sandra Pascoe Ortiz, docente de la Universidad del Valle de Atemajac (Zapopan Jalisco, México), quien preparó un plástico natural biodegradable a partir de la combinación de jugo de nopal con glicerina y algunas otras ceras naturales. Este novedoso biplástico, cuya constitución principal es una mezcla de glúcidos, pectina y ácidos grasos naturales, posee importantes características que potencializan su uso como sustituto de algunos polímeros sintéticos de baja densidad pudiendo ser empleado en el diseño de bolsas de supermercado y recipientes plásticos (Ortiz & Arce, 2019; Pascoe et al., 2019).



Figura 2. Esquematización de las aplicaciones del nopal. De fondo; paisaje con cactus de Diego Rivera, obtenido de Fundación Proa. Parte superior; nopal. Parte inferior izquierda; pirámide de Chichén Itzá, templo de Kukulcán obtenida de klipartz, 2021. Parte inferior derecha; bolsa biodegradable verde obtenida de StickPNG, 2022.

Además del nopal, otra fuente importante para la obtención de biopolímeros en México son las industrias que dependen del aprovechamiento de ciertas especies vegetales como la tequilera, cervecera o cañera, donde se producen grandes cantidades de desechos orgánicos. Afortunadamente, hoy en día existen empresas que se encargan de la extracción de biopolímeros a partir de estos para la generación de bioplásticos. Ejemplo de ello es la empresa BioSolutions México, (<https://www.biosolutions.mx/>), una empresa 100 % mexicana donde la celulosa resulta ser el componente estrella en materiales usados para la fabricación de vasos, envases e incluso como aditivos para la mejora de ciertos plásticos sintéticos .

Similarmente, Debbie Mielewski, líder técnica del Departamento de Investigación de Sustentabilidad de Ford, en combinación con José Cuervo, realizó una relevante investigación, con resultados muy positivos, sobre la extracción de biopolímeros de las fibras de agave remanentes y su uso como aditivos para mejorar la resistencia y durabilidad de algunos plásticos que potencialmente pueden ser empleados en la industria automotriz (Langhorst et al., 2017 ;Smith et al., 2020).

El mundo de la nanotecnología también se ha beneficiado del uso de estas macromoléculas naturales. Investigaciones impulsadas en centros de investigación mexicanos, tales como el Instituto de física “Luis Rivera Terrazas” (IFUAP) y el Centro de química del Instituto de Ciencias de la BUAP, han explorado el uso de



Figura 3. Plásticos creados y comercializados por BioSolutions México. (Leyva, 2020).

biopolímeros para la obtención de nanopartículas metálicas con propiedades fascinantes. Se ha demostrado que los biopolímeros extraídos de cualquier fuente natural, incluso de los desechos mencionados anteriormente, pueden inducir la formación de nanoestructuras metálicas debido al gran número de grupos funcionales que poseen (M. Aguilar et al.,2018). Además, estos biopolímeros crean una capa superficial que protege a las nanopartículas de agentes externos y que las dota con propiedades superficiales importantes como biocompatibilidad, estabilidad y cilidad de interacción celular por lo que pueden ser ampliamente utilizadas en áreas como la biomedicina (Siddiqi & Husen, 2017; Siddiqi et al., 2018). De hecho, actualmente se ha explorado el uso de nanopartículas preparadas y recubiertas por biopolímeros como agentes antivirales contra la COVID-19 (Bamal et al., 2021; Al-Radadi & Abu-Dief, 2022).

Otra variante del uso de los biopolímeros en la nanotecnología es la incorporación de nanopartículas inorgánicas dentro de los bioplásticos. Estas nanoestructuras dotan al plástico natural de nuevas propiedades que pueden ser eléctricas, ópticas e incluso magnéticas generando novedosos materiales (M. Aguilar et al., 2019).



Figura 4. Plásticos magnéticos a partir de residuos de caña de azúcar. De fondo; imagen caña de azúcar obtenida de iStockphoto, 2018 y modificada con filtro de dibujo. En el centro; esquematización del plástico magnético. Esquina superior derecha e inferior izquierda; códigos QR para acceder a los artículos relacionados.

CONCLUSIÓN

Los ejemplos anteriores son un pequeño panorama de la gran cantidad de proyectos relacionados con los biopolímeros. La comunidad científica e ingenieril aún sigue trabajando en obtener novedosos materiales empleando a estas fascinantes macroestructuras naturales que podrían llegar a resolver algunos de los graves problemas ambientales a los que nos enfrentamos hoy en día. Sin embargo, aún queda mucho por hacer y sin duda, con la motivación que genera el leer este tipo de aportaciones, tú podrías sumarte al cambio.

REFERENCIAS

Guler, M. O., & Garifullin, R. (2020). CHAPTER 1. Design and Synthesis of Peptides for Developing Biomaterials. In RSC Soft Matter (Vols. 2021-Janua, Issue 11, pp. 1–18). RSC <https://doi.org/10.1039/9781839161148-00001>

Ashter, S. A. (2016). New Developments. In Introduction to Bioplastics Engineering (pp. 251–274). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-39396-6.00010-5>

Bhorkar, I., & Dhoble, A. S. (2021). Advances in the synthesis and application of self-assembling biomaterials. Progress in Biophysics and Molecular Biology. (Vol.167, pp. 46–62). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2021.07.011>

MacGregor, E. A. (2003). Biopolymers. In Encyclopedia of Physical Science and Technology (pp. 207–245). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227410-5/00064-8>

Ibrahim, S., Riahi, O., Said, S. M., Sabri, M. F. M., & Rozali, S. (2019). Biopolymers From Crop Plants. In Reference Module in Materials Science and Materials Engineering (pp. 1–10). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11573-5>

Mohan, S., Oluwafemi, O. S., Kalarikkal, N., Thomas, S., & Songca, S. P. (2016). Biopolymers – Application in Nanoscience and Nanotechnology. In Recent Advances in Biopolymers (Vol. 25, Issue 4, pp. 275–281). InTech. <https://doi.org/10.5772/62225>

Díez-Pascual, A. M. (2019). Synthesis and Applications of Biopolymer Composites. In International Journal of Molecular Sciences, (Vol.20, Issue 9, 2321). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijms20092321>

Van de Velde, K., & Kiekens, P. (2002). Biopolymers: overview of several properties and consequences on their applications. Polymer Testing, (Vol.21, Issue 4, pp. 433–442). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0142-9418\(01\)00107-6](https://doi.org/10.1016/S0142-9418(01)00107-6)

Staff High Tech Editores, (2018). #EcoFriday, la iniciativa de Mercado Libre para incentivar el consumo sustentable. Recuperado de: <https://infochannel.info/ecofriday-la-iniciativa-de-mercado-libre-para-incentivar-el-consumo-sustentable/>

Mercado Libre, (2020). Durante la pandemia, creció la demanda de productos sustentables en Mercado Libre. Mercado libre. <https://www.mercadolibre.com.mx/institucional/comunicamos/noticias/productos-sustentables-durante-la-pandemia/>

Iktali, (2021). Algunas cosas que no sabías #cepillodentaldebambu #cepillodebambu #bambu #zerowaste #cerowaste #zerowastemexico #cerowastemexico #iktali #sostenible #biodegradable #ecologico #viral #fyp. In tiktok. https://www.tiktok.com/@iktali/video/7010466872407690501?is_copy_url=1&is_from_webapp=v1&q=lo%20que%20no%20sabias%20de%20tu%20cepillo%20de%20bamb%C3%BA&t=1649178597309

Europa Press. (2017). Mango lanza Committed, una colección de moda sostenible. In Fashion New York. <https://mx.fashionnetwork.com/news/mango-lanza-mango-committed-una-coleccion-de-moda-sostenible,928412.ht>

REFERENCIAS

tainable composites from poly(3-hydroxybutyrate) (PHB) bioplastic and agave natural fibre. *Green Chemistry*. (Vol.22, Issue 12, pp. 3906–3916). RSC. <https://doi.org/10.1039/D0GC00365D>

Leyva, M. N., (2020). BioSolutions: bioplásticos de México para el mundo. *Plastics technology Mexico*. <https://www.pt-mexico.com/articulos/biosolutions-bioplasticos-de-mexico-para-el-mundo>

M. Aguilar, N., Arteaga-Cardona, F., Estévez, J. O., Silva-González, N. R., Benítez-Serrano, J. C., & Salazar-Kuri, U. (2018). Controlled biosynthesis of silver nanoparticles using sugar industry waste, and its antimicrobial activity. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. (Vol.6, Issue 5, pp. 6275–6281). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.09.056>

Siddiqi, K. S., & Husen, A. (2017). Recent advances in plant-mediated engineered gold nanoparticles and their application in biological systems. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. (Vol. 40, pp. 10–23). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2016.11.012>

Siddiqi, K. S., Husen, A., & Rao, R. A. K. (2018). A review on biosynthesis of silver nanoparticles and their biocidal properties. *Journal of Nanobiotechnology*. (Vol.16, Issue 1, 14). BioMed Central. <https://doi.org/10.1186/s12951-018-0334-5>

Bamal, D., Singh, A., Chaudhary, G., Kumar, M., Singh, M., Rani, N., Mundlia, P., & Sehrawat, A. R. (2021). Silver Nanoparticles Biosynthesis, Characterization, Antimicrobial Activities, Applications, Cytotoxicity and Safety Issues: An Updated Review. *Nanomaterials*. (Vol.11, Issue 8, 2086). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nano11082086>

Al-Radadi, N. S., & Abu-Dief, A. M. (2022). Silver nanoparticles (AgNPs) as a metal nano-therapy: possible mechanisms of antiviral action against COVID-19. *Inorganic and Nano-Metal Chemistry*. (pp. 1–19). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1080/24701556.2022.2068585>

M. Aguilar, N., Arteaga-Cardona, F., de Anda Reyes, M. E., Gervacio-Arciniega, J. J., & Salazar-Kuri, U. (2019).

Magnetic bioplastics based on isolated cellulose from cotton and sugarcane bagasse. *Materials Chemistry and Physics*. (Vol.238, 121921). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2019.121921>

iStockphoto. (2018). In Getty images. <https://www.istockphoto.com/es/search/2/image?phrase=ca%C3%B1a+-de+az%C3%BAcar>