

ARTÍCULO DE OPINIÓN

BIOMATERIALES AGROPECUARIOS COMO SUSTITUTOS DE LOS PLÁSTICOS

El plástico y sus partículas microscópicas

Los plásticos son polímeros de alto peso molecular, son cadenas repetitivas de monómeros que se conjugan para formar macromoléculas. [1] Cuatro tipos principales de plásticos, polietileno (PE), poliéster (PES), polipropileno (PP), cloruro de polivinilo (PVC) son utilizados para elaborar una gran variedad de materiales desarrollados por la industria, debido principalmente al bajo costo de producción, estabilidad ante agentes atmosféricos, resistencia y flexibilidad. [2] Sin embargo, la mayor parte de plásticos se emplean en la fabricación de envases de un solo uso y se estima que para el 2020 se producirá un 900 % más de plásticos que en 1980. [3]

En el mundo se utilizan aproximadamente 500.000 millones de bolsas plásticas que tienen un promedio de utilización de 12 minutos. [4] De esta manera, 13 millones de toneladas de plástico y de residuos sólidos no biodegradables se filtran a los océanos cada año. [5] La alta estabilidad de polímeros como polietileno o polipropileno evita la rápida degradación del material, que puede tardar hasta 500 años. [6] En este caso, la contaminación de plásticos en los mares, [7] es motivo de especial preocupación debido al efecto en la cadena trófica, [8] que inicia en el zooplancton [9] y retorna al generador de la contaminación que es el ser humano. Particularmente, el efecto nocivo de los microplásticos y nanoplásticos en la vida marina, [10] es estudiado para entender los mecanismos de generación de estas micropartículas, el potencial impacto y la degradación bajo las condiciones marinas. [7, 11] Actualmente, algunos estudios evidencian no solo que los microplásticos se ingieren desde la vida marina, [12] sino también se respiran en el medio ambiente como fibras de origen textil. [13] Aunque los efectos nocivos de los microplásticos por acumulación a largo plazo en el ser humano, todavía se encuentran en discusión y estudio por la comunidad científica, [14] polímeros como el

polietilentereftalato (PET) que es comúnmente utilizado como envase en la industria de alimentos, es considerado un potencial carcinógeno. [9, 15]

En Ecuador se utilizan alrededor de 1,5 millones de bolsas plásticas al año, contribuyendo a los efectos negativos de daño al medio ambiente. [16] Por lo tanto, recientemente se han concertado políticas públicas, que promueven la eliminación de plásticos de un solo uso. El proyecto de ley para la racionalización, reutilización y reciclaje de plásticos supone que para el 2020, las políticas públicas, normativas y proyectos ambientales promuevan el uso responsable de materiales plásticos. Asimismo, cabe reseñar que solo en las islas Galápagos se cumple con una normativa que prohíbe el ingreso de estos polímeros desechables.

Por lo tanto, el estudio de nuevos polímeros es un campo de investigación actual y de amplio interés. Un objetivo es generar películas biopoliméricas de rápida degradación que contribuyan a encontrar alternativas al uso de plásticos de primer uso. Particularmente, desde la academia se han desarrollado una serie de estudios de investigación, que buscan fuentes naturales de biopolímeros y el aprovechamiento de desechos agrícolas, como quitina y polihidroxialcanoatos, para el desarrollo y estudio de películas biodegradables. [17]

Propuestas para mejorar la sostenibilidad de los envases alimentarios

Desarrollos recientes, muestran avances y perspectivas interesantes para obtener biopolímeros. [18] Como rasgo principal, los polímeros degradables se obtienen principalmente de fuentes naturales como plantas, microorganismos y animales. Se degradan generalmente por hidrólisis o ruptura enzimática de enlaces lábiles de funciones orgánicas que contienen heteroátomos como éster, amida o anhídridos. Entre las fuentes más promisorias de biomateriales se pueden mencionar

la amilosa, celulosa, polihidroxibutirato, ácido poliláctico, policaprolactona, polibutilensuccinato y carboximetilcelulosa, que son ejemplos de biopolímeros que se han utilizado para desarrollo de películas biodegradables. [6]

El desarrollo de biopolímeros aborda aplicaciones, en el área de la medicina, ingeniería de tejidos, liberación controlada de fármacos, como recubrimientos en tratamientos poscosecha y materiales biodegradables de diversa utilidad. [19] Particularmente, el almidón y la quitina (Fig. 1) obtenidos de diversas fuentes son utilizados frecuentemente en mezclas con otros biopolímeros, para el desarrollo de películas biodegradables, debido principalmente al bajo costo de producción. En este sentido, la actividad agrícola predominante en Ecuador direcciona los esfuerzos al desarrollo y aprovechamiento de fuentes de polímeros en subproductos o desechos agrícolas. Algunos trabajos de investigación muestran el aprovechamiento y desarrollo de biopolímeros a partir de fuentes como el banano, [20] tubérculos como la oca [21] y caparazones de camarón. [22] Asimismo, la utilización de la biología sintética para obtener polímeros biodegradables, son campos de estudio que buscan alternativas al uso del plástico. En este sentido, el método de análisis multicriterios (MCDA) sugiere estudiar inicialmente los potenciales desechos agrícolas o materia prima que permita conocer el contexto inicial de recursos y seleccionar el biopolímero más adecuado para el desarrollo de bioplásticos. [17c] Por lo tanto, considerar la maquinaria disponible, características de las fuentes de biopolímeros y un costo de producción conveniente son variables a analizar para desarrollar biopolímeros degradables.

Conclusiones

Una amplia variedad de biopolímeros se ha estudiado para el desarrollo de materiales biodegradables. Diversas fuentes naturales y el aprovechamiento de diversos desechos agrícolas se han identificado para obtener biopolímeros de interés. Asimismo, las políticas públicas promueven la disminución de materiales desarrollados utilizando polímeros no biodegradables. Sin embargo, la normativa concentra los esfuerzos en los aspectos punitivos de la ley o normativa, sin promover políticas públicas de educación a largo plazo sobre el uso racional de

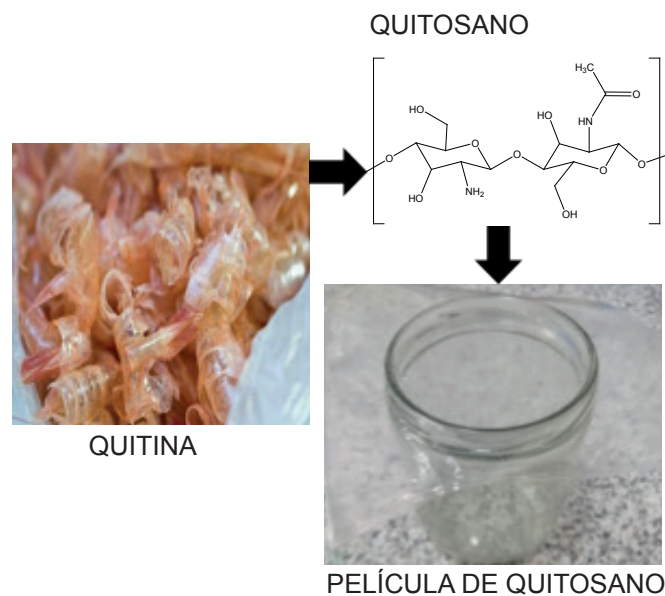


Fig. 1: Ilustración de la obtención de quitosano desde caparazones de camarón y el desarrollo final de un film biodegradable.

los plásticos y las diversas alternativas de uso de biopolímeros degradables con las que se cuenta en la actualidad. En este sentido, se debe promover la investigación desde la academia para estudiar, desarrollar y buscar diversas fuentes de polímeros biodegradables. Asimismo, acercar los potenciales mejores candidatos de polímeros biodegradables a la industria para desarrollar candidatos útiles para disminuir el uso del plástico. El almidón, celulosa y quitina al ser biopolímeros abundantes en la naturaleza se presentan como buenos candidatos para el desarrollo de películas biodegradables prometedoras, como sustitutos de los plásticos.

Referencias

- [1] Irui J.J., Fernandez-Berridi M.J. Fundamentals de Ciencia de Polimeros: Un Texto Introductorio. CRC Press. 2019.
- [2] a) Brydson J.A. Plastics materials. Elsevier.1999; b) Alvarez M.L.C. El ABC de los plásticos. Universidad Iberoamericana. 1997.
- [3] Mateo L.L. Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros. 2017; 113: 2.
- [4] Castro C.A.C., López L.N.T., Benítez L.P.T. Informador técnico. 2016; 80: 24-31.
- [5] Montañés Muñoz N, Quiles Carrillo L.J., Balart Gimeno R.A., Boronat Vitoria T. Envases, Embalajes y Medio Ambiente. Sistemas de Reutilización de Residuos. 2019.

- [6] Gross R.A., Kalra B. *Science*. 2002; 297: 803-807.
- [7] Barboza L.G.A., Gimenez B.C.G. *Marine Pollution Bulletin*. 2015; 97: 5-12.
- [8] Markic A., Gaertner J.-C., Gaertner-Mazouni N., Koelmans A. A. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2019: 1-41.
- [9] Cole M., Lindeque P., Fileman E., Halsband C., Goodhead R., Moger J., T. S. Galloway T.S. *Environmental Science & Technology* 2013; 47: 6646-6655.
- [10] a) Masura J., Baker J.E., Foster G.D., Arthur C., Herring C. 2015; b) Andrady A.L. *Marine pollution bulletin*. 2011; 62: 1596-1605.
- [11] Hidalgo-Ruz V., Gutow L., Thompson R.C., Thiel M. *Environmental Science & Technology*. 2012; 46: 3060-3075.
- [12] Barboza L.G.A., Gimenez B.C.G. *Marine Pollution Bulletin*. 2015; 97: 5-12.
- [13] Gasperi J., Wright S.L., Dris R., Collard F., Mandin C., Guerrouache M., Langlois V., Kelly F.J., Tassin B. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. 2018; 1: 1-5.
- [14] Da Costa J.P. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. 2018; 1: 12-16.
- [15] Li W.C., Tse H.F., Fok L. *Science of The Total Environment*. 2016; 566-567, 333-349.
- [16] Sáez A., Urdaneta G J.A. *Omnia*. 2014; 20: 121-135.
- [17] a) Balseca Paz C.M. Determinación de la producción de polihidroxialcanoatos (PHA's) a partir de una cepa de *Bacillus licheniformis* de la fuente geotermal en Guapán-Ecuador, usando diferentes fuentes de carbono bajo condiciones de laboratorio. Universidad de las Fuerzas Armada ESPE. Carrera de Ingeniería en Biotecnología. 2019; b) Camacho López C.O. Caracterización y evaluación de bacterias para producción de bioplástico de origen microbiano utilizando como sustrato agua residual de la industria lactea. 2015. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo 2016; c) Riera M.A., Palma R.M. *Avances en Química*. 2018; 13: 69-78; d) De Dios Alvarado J., Almeida A., Arancibia M., García A., Pinotti A., N. Zaritzky N. *Investigación y Desarrollo*. 2019; 1: 58-80.
- [18] Valero-Valdivieso M.F., Ortegón Y., Uscategui Y. *Dyna*. 2013; 80: 171-180.
- [19] a) Gupta A., Kumar V. *European Polymer Journal*. 2007; 43: 4053-4074; b) Luten J., Van Nostrum C.F., De Smedt S.C., Hennink W.E. *Journal of Controlled Release*. 2008; 126: 97-110.
- [20] Iles Guamán S.D. Estudio de materiales termoplásticos obtenidos a partir de copoliéster alifático-aromático y almidón de banano (*Musa paradisiaca*). Quito. 2017.
- [21] a) Encalada Flores K.S. En: Obtención y caracterización de un material termoplástico a partir de polivinil alcohol y almidón de achira (*Canna edulis*), Vol. Quito, 2016. 2016; b) Pilla Barroso I.A. En: Desarrollo de un material termoplástico obtenido a partir de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y plastificantes, Vol. Quito. 2017.
- [22] Dávila G.E., Flores R., Novillo F. *Química Central*. 2013; 3: 25-32.



Químico Farmacéutico de la Universidad Central del Ecuador (2011). Doctor de la Facultad de Ciencias Exactas, Área: Química. Universidad Nacional de La Plata, Argentina (2016). Desarrolló estudios de posgrado en la síntesis y obtención de nuevos benzopiranos halo alquil sustituidos. Ha publicado varios artículos en revistas indizadas como Monatshefte fuer Chemie, Molecular Physics, New Journal of Chemistry, Spectrochimica Acta Part A Molecular and Biomolecular Spectroscopy. Asimismo, algunos trabajos en el área de tecnologías poscosecha en la Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha. Desarrolló sus estudios doctorales con una beca otorgada por la SENESCYT – Ecuador y una beca para finalización de doctorado por Conicet – Argentina. Recibió una beca de entrenamiento por parte de EDUNABIO (Educational Network of Agrobiodiversity – Alemania), para realizar una estancia de investigación bajo la dirección de Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Peter Langer en la Universidad de Rostock, Departamento de Química Orgánica. Actualmente, es miembro del grupo en Investigación en Calidad y Tecnología Poscosecha (ICATEP) del Centro de Investigación de Alimentos (CIAL) de la

Universidad UTE y forma parte de la Red Iberoamericana de Investigación VALORAL (Universidad de Sevilla, España). Trabaja activamente en el grupo de investigación en Nanoestructuras y Nuevos Materiales de la Universidad Central del Ecuador. Su trabajo actual se enfoca en la síntesis y obtención de nuevos heterociclos halogenados, y en la funcionalización de polímeros naturales a través de reacciones químicas para la obtención de nuevos biomateriales biodegradables que puedan ser utilizados como materiales de empaque en frutas y hortalizas.

Dr. Christian David Alcívar León
Doctor en Química