

¿Micelio fúngico en lugar de unicel?

La revolución

de los biomateriales sustentables

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl29.136-5>

Karla Ivette Pacheco-Vázquez*
ORCID: 0009-0006-0502-3326

Juana Lira-Pérez*

Mayola García-Rivero*

Cada día se generan enormes cantidades de desechos, como envases de poliestireno expandido (unicel), un material ampliamente utilizado en recipientes, embalajes y productos de aislamiento térmico. Sin embargo, el uso de unicel tiene graves consecuencias ambientales, ya que no es biodegradable, tarda más de 500 años en descomponerse y al ser de difícil reciclaje, se acumula en basureros, ríos y océanos. Por otro lado, las partículas de estos desechos que llegan a cuerpos de agua son ingeridas por peces y otras especies acuáticas, lo que afecta la cadena trófica (Muiruri *et al.*, 2023). Adicionalmente, durante su producción y descomposición, en el ambiente se liberan sustancias contaminantes que ensucian el aire y dañan la salud humana (Geyer *et al.*, 2017; Prata *et al.*, 2020).

Por otro lado, las agroindustrias generan grandes cantidades de desechos orgánicos e inorgánicos: cáscaras, bagazo, hojas y semillas (Singh *et al.*, 2010). Si éstos no se manejan adecuadamente causan problemas ambientales en suelo, ríos y mantos freáticos a través de la infiltración de los líquidos resultantes de

*TecNM/Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Ecatepec de Morelos, México.
Contacto: karlaipv@hotmail.com, juanis_lira@hotmail.com, mgarcia@tese.edu.mx

la descomposición, lo que altera la calidad del agua. Además, la degradación de residuos agroindustriales produce gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático, afectando la biodiversidad y el hábitat de diversas especies (Hamid *et al.*, 2019).



Aunque el unicel y los residuos agroindustriales parecen inofensivos, su impacto en el medio ambiente es significativo. Comprender sus consecuencias es clave si se desea generar soluciones sostenibles que puedan reducir su efecto negativo en el planeta.

Los biomateriales, como posible alternativa, constituyen una opción innovadora y sustentable frente a los materiales tradicionales derivados del petróleo, en este caso el unicel. Al provenir de fuentes renovables: hongos, plantas, algas y residuos agroindustriales, están ganando terreno en diversas industrias debido a sus múltiples beneficios ecológicos y monetarios (Righetti *et al.*, 2024). Esto reduce la dependencia económica a los combustibles fósiles y ayuda a mitigar el impacto ambiental. Además, muchos de estos materiales son biodegradables, lo que significa que se descomponen de forma natural sin generar residuos tóxicos (Jones *et al.*, 2017).

Para que se popularicen, es necesario sensibilizar a los consumidores sobre la importancia de disminuir la huella de carbono y la suma total de gases de efecto invernadero que se liberan directa o indirectamente. A lo largo del ciclo de vida de un biomaterial, desde su producción hasta su disposición final, se requiere menos energía y generan una cantidad inferior de emisiones que materiales como el unicel, contribuyendo así a combatir el cambio climático.

MICELIO FÚNGICO, UNA ALTERNATIVA ECOLÓGICA

El micelio fúngico es una red de filamentos microscópicos que se encuentra debajo de la superficie sobre la que crece, y permite al hongo absorber nutrientes al descomponer la materia orgánica. Bajo condiciones adecuadas, el micelio puede desarrollarse en desechos agroindustriales (Holt *et al.*, 2020).

Los biomateriales fúngicos son estructuras sólidas formadas por el crecimiento del micelio en sustrato lignocelulósico como residuos de madera, bagazo de caña, cáscaras de café o paja de trigo (Yang *et al.*, 2021). A medida que el micelio se desarrolla, une las partículas del sustrato, creando una base compacta y maciza, que da resultado a los biomateriales.

Estos ofrecen resistencia, durabilidad y flexibilidad, mientras conservan características sostenibles y biodegradables. Los biomateriales cumplen con los principios de economía circular, que buscan minimizar los residuos y hacer un uso eficiente de los recursos, alargando el tiempo de vida útil de los productos (Angelova *et al.*, 2021). A diferencia del modelo lineal tradicional (tomar-hacer-desechar), la economía circular promueve la reutilización, reparación, renovación y reciclaje (Morseletto, 2020) (figura 2).

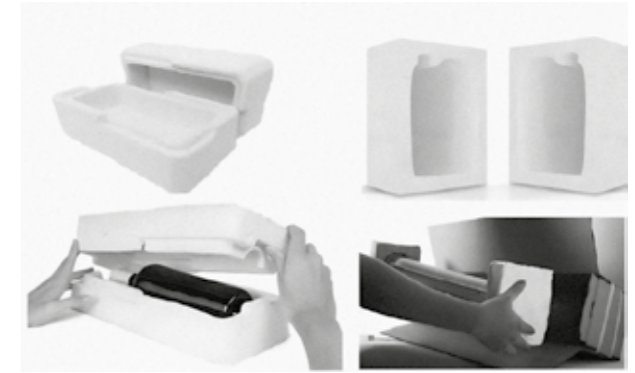


Figura 1. Biomateriales utilizados para embalaje (Abhijith *et al.*, 2018).

FABRICACIÓN DE UN MATERIAL A BASE DE MICELIO

Para la elaboración de los biomateriales se emplearon residuos agroindustriales: hoja de maíz, frijol, cáscara de café y de limón, trigo y aserrín. Éstos se lavaron con agua destilada, se secaron a temperatura ambiente y se expusieron al sol por varias horas, luego se trituraron hasta alcanzar un tamaño de partícula de 8-10 mm.

El inóculo inicial para desarrollar el crecimiento del hongo se preparó utilizando granos de trigo remojados con agua y esterilizados, los cuales fueron colonizados con micelio de *Pleurotus ostreatus*. Posteriormente se dispusieron tres combinaciones específicas de residuos agroindustriales, ajustando el pH con una solución buffer de acetatos (pH 5), se desinfectaron y se prepararon con el hongo del inóculo inicial.

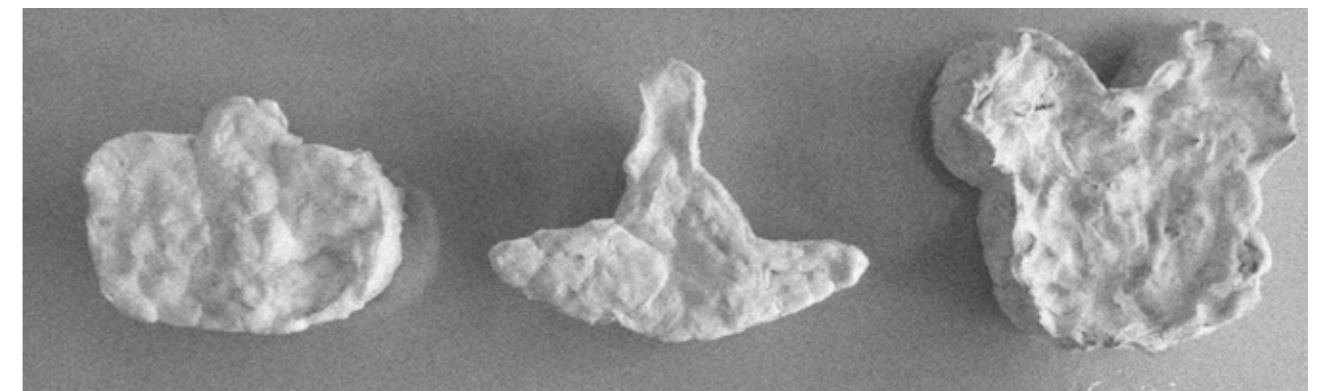


Figura 2. Biomateriales de micelio fúngico producido en una mezcla de hoja de maíz con frijol (Karla Pacheco, 2025).

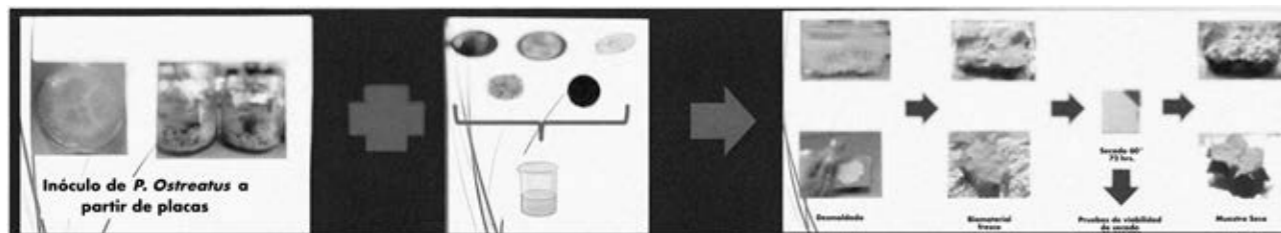


Figura 3. Proceso de producción de biomateriales fúngicos utilizando *Pleurotus ostreatus*.

VENTAJAS DE LOS BIOMATERIALES DE MICELIO

Las mezclas de los residuos agroindustriales con el hongo se colocaron en moldes de silicón y se incubaron por 25 días a 24°C, permitiendo el desarrollo micelial fúngico. Al finalizar el crecimiento, los biomateriales obtenidos se someten a un proceso de secado térmico durante tres días para su estabilización e inocuidad (figura 3).

Los resultados indicaron que, en función de sus propiedades mecánicas (resistencia, rigidez y densidad), los biomateriales pueden adaptarse a distintos usos dentro del sector industrial de embalajes: empaques estructurales o de protección, mientras que en uso con menor peso podrían utilizarse en empaques secundarios o sustitutos de rellenos amortiguantes. Estos posibles empleos evidencian el potencial de dichos biomateriales como una alternativa sustentable y funcional al poliestireno expandido en diversas aplicaciones industriales (Aiduang *et al.*, 2023; Singh *et al.*, 2025). Los biomateriales obtenidos fueron biodegradables y lograron una descomposición total mediante compostaje, al igual que ciertos materiales comerciales elaborados a partir de bagazo de caña.

Los estudios realizados demostraron que estos biomateriales ofrecen múltiples beneficios:

- **Biodegradables:** se descomponen en pocos meses sin contaminar el ambiente, cumpliendo con la norma NMX-E-273-NYCE-2019 de plásticos compostables (Secretaría de Economía, 2019).
- **Resistentes:** su dureza y flexibilidad pueden ajustarse según el residuo agroindustrial utilizado. Nuestra investigación demostró que el biomaterial presentó valores superiores a los del unicel.
- **Sostenibles:** se fabrican con residuos agroindustriales, reduciendo la huella de carbono.
- **Seguros:** no son tóxicos y son aptos para el contacto humano. Cumplen con la norma NMX-E-273-NYCE-2019 (Secretaría de Economía, 2019).

DESAFÍOS Y FUTURO DE LOS BIOMATERIALES

A pesar de sus ventajas, los biomateriales enfrentan diversos retos, entre ellos la sensibilidad a la humedad. Actualmente, se investigan métodos que ayuden a mejorar su resistencia con tratamientos especiales. A medida que estos desafíos sean superados, el uso de micelio fúngico en producción de materiales podría reemplazar los plásticos en múltiples aplicaciones.

CONCLUSIÓN

El uso de micelio fúngico en la fabricación de empaques biodegradables representa una solución innovadora ante la creciente contaminación por plásticos como el unicel. Al aprovechar residuos agroindustriales, se promueve la economía circular y se contribuye al cuidado del medio ambiente. Sin embargo, si queremos que estos biomateriales sean considerados una alternativa viable al unicel, es fundamental fomentar la investigación y contar con apoyo económico e industrial. La aceptación del público, especialmente en el sector de paquetería, será clave en su adopción a gran escala.

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En la elaboración de este artículo se emplearon herramientas de inteligencia artificial para asistencia en corrección gramatical y mejora de redacción. Sin embargo, el contenido, análisis y conclusiones son producto exclusivo del trabajo de los autores.

REFERENCIAS

- Abhijith, R., Ashok, Anagha, Rejeesh, C. R. (Rejeesh C. Rajendran). (2018). Sustainable packaging applications from mycelium to substitute polystyrene: A review, *Materials Today: Proceedings*, 5(1), 2139-2145, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.09.211>
- Aiduang, Worawoot, Kumla, Jaturong, Srinuanpan, Sirasit, *et al.* (2022). Mechanical, physical, and chemical properties of mycelium-based composites grown on lignocellulosic agricultural wastes: A review, *Journal of Fungi*, 8(11), 1125. <https://doi.org/10.3390/jof8111125>
- Angelova, Galena V., Brazkova, Mariya S., Krastanov, Albert I. (2021). Renewable mycelium-based composite – Sustainable approach for lignocellulose waste recovery and alternative to synthetic materials-A review, *Zeitschrift für Naturforschung C*, 76(11-12), 437-448, <https://doi.org/10.1515/znc-2021-0040>
- Geyer, Roland, Jambeck, Jenna R., Law, Kara L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made, *Science Advances*, 3(7), e1700782, <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Hamid, Hazren A., Qi, Lim P., Harun, Hasnida, *et al.* (2019). Development of organic fertilizer from food waste by composting in UTHM campus Pagoh, *Journal of Applied Chemistry and Natural Resources*, 1(1), 1-6.
- Jones, Michel, Huynh, Tien, Dekiwadia, Chaitali, *et al.* (2017). Mycelium composites: a review of engineering characteristics and growth kinetics, *Journal of Bionanoscience*, 11(4), 241-257.
- Morseletto, Piero. (2020). Restorative and regenerative: Exploring the concepts in the circular economy, *Journal of Industrial Ecology*, 24(4), 763-773, <https://doi.org/10.1111/jiec.12987>

Muiruri, Joshep K., Chuan Yeo, Jaiven C., Zhu, Qiang, *et al.* (2023). Sustainable mycelium-bound biocomposites: Design strategies, materials properties, and emerging applications, *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 11(18), 6801-6821, <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.3c00831>

Prata, Joana C., Silva, Ana L. P., Walker, Tony R., *et al.* (2020). COVID-19 pandemic repercussions on the use and management of plastics, *Environmental Science & Technology*, 54(13), 7760-7765, <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02178>

Righetti, Grazia I. C., Faedi, Filippo, Famulari, Antonino. (2024). Embracing sustainability: The world of bio-based polymers in a mini review, *Polymers*, 16(7), 950, <https://doi.org/10.3390/polym16070950>

Secretaría de Economía. (2019). *NMX-E-273-NYCE-2019. Plásticos compostables. Requisitos y métodos de prueba*, Norma Mexicana, <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/489557/NMX-E-273-NYCE-2019.pdf>

Singh, Shivam, Singh Nijendra P., Agrawal, Sharad, *et al.* (2025). Unleashing the potential of white-rot fungi mycelium for functional biomaterials development, *Discover Materials*, 5, 96, <https://doi.org/10.1007/s43939-025-00288-6>

Singh, Rajeev P., Ibrahim, M. Hakimi, Esa, Norizan, *et al.* (2010). Composting of waste from palm oil mill: a sustainable waste management practice, *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 9, 331-344. <https://doi.org/10.1007/s11157-010-9199-2>

Thompson, Roland C., Swan, Sherri H., Moore, Carlos J. (2009). Plastics, the environment, and human health: Current consensus and future trends, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2153-2166, <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0053>

Yang, Libin, Park, Daekwon., Qin, Zhao. (2021). Material function of myceliumbased biocomposite: A review, *Frontiers in Materials*, 8, 737377, <https://doi.org/10.3389/fmats.2021.737377>

Recibido: 18/03/2025
Aceptado: 04/07/2025

Descarga aquí nuestra versión digital.



¿Micelio fúngico en lugar de unicel? La revolución de los biomateriales sustentables

Resumen

El uso masivo de plásticos de empaque como el unicel (poliestireno expandido) ha generado un grave problema ambiental. Es un material de un solo uso que, al convertirse en residuo, tarda décadas en degradarse en el ambiente y su reciclaje es limitado. En la búsqueda de soluciones sustentables, la biotecnología ha desarrollado biomateriales a partir del micelio de hongos de podredumbre blanca, como *Pleurotus ostreatus*. Este artículo explora cómo este hongo es cultivado en residuos agroindustriales para producir un material biodegradable y resistente para uso en embalaje.

Palabras clave: huella de carbono, residuos agroindustriales, biodegradabilidad, economía circular, empaque sustentable.

Fungal mycelium as a sustainable substitute for styrofoam? The revolution of eco-friendly biomaterials

Abstract

The widespread use of packaging plastics such as styrofoam (expanded polystyrene) has created a serious environmental problem. It is a single-use material, once it becomes wasted, takes decades to degrade in the environment, and its recycling is limited. In the search for sustainable solutions, biotechnology has developed bio-materials from the mycelium of white-rot fungi, such as *Pleurotus ostreatus*. This article explores how this fungus can be cultivated in agro-industrial waste to produce a biodegradable and durable material for packaging applications.

Keywords: carbon footprint, agro-industrial waste, biodegradability, circular economy, sustainable packaging.