

ARTÍCULOS

Hongos: una alternativa biodegradable en la industria textil

Fungi: a biodegradable alternative in the textile industry

Maura Téllez Téllez

ORCID: 0000-0001-9461-7826, maura.tellez@uaem.mx

Centro de Investigaciones Biológicas (CIB),

Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

Reyes Kevin Romero Cedillo

ORCID: 0000-0002-5798-6507

Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias Biológicas,

Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

Recepción: 08/02/24. Aceptación: 20/05/24. Publicación: 28/10/24

RESUMEN

En los últimos años se han realizado esfuerzos en la búsqueda de alternativas en el área textil que no generen residuos contaminantes, como es el caso de los productos derivados del plástico o de origen animal. Entre estas alternativas se pueden mencionar los hongos, de los cuales se obtienen materiales con características idóneas para su aprovechamiento en la industria textil. Debido a su estructura, morfología y resistencia, el micelio produce un material biodegradable que presenta un aspecto similar al cuero. En este artículo se revisan algunas investigaciones en las que se han obtenido productos para la industria textil con características similares a las del cuero de origen animal.

PALABRAS CLAVE

biodegradable, diseño, micelio, telas, textiles

ABSTRACT

In recent years, efforts have been made in the search for alternatives in the textile area that do not generate polluting waste, as is the case of products derived from plastics or animal origin. Among these alternatives, fungi can be mentioned, from which materials with ideal characteristics for use in the textile industry can be obtained. Due to its structure, morphology and resistance, the mycelium produces a biodegradable material that has a leather-like appearance. This article reviews some researches in which products have been obtained for the textile industry with characteristics similar to those of leather of animal origin.

KEYWORDS

biodegradable, design, mycelium, fabrics, textiles

Introducción

La producción de cuero es una actividad de importancia económica de donde se obtienen prendas de vestir, calzado y diversos accesorios; pero para la elaboración de este material se requiere una gran cantidad de agua y energía, además de generarse residuos tóxicos, lo cual tiene distintos impactos ambientales, como la deforestación de áreas naturales, que a su vez resulta de la necesidad de ampliar las áreas de pastizales para la cría extensiva de ganado o de los cultivos para poder alimentarlo, que afecta los ecosistemas de forma negativa.

Entre los principales contaminantes de esta industria se encuentran el cloro, sulfuros, taninos, aceites, resinas, detergentes y sales de cromo. Este último se utiliza como agente endurecedor, pero después de su uso los residuos son desechados en cuerpos de agua, lo que representa un riesgo para la salud humana, la flora y la fauna, debido a sus efectos tóxicos, cancerígenos y mutagénicos. Por esta razón, es necesario disminuir la generación de residuos en la elaboración de piel (Goyeneche, 2018; Kumar y Dwivedi, 2021; López, 2022). El cuero sintético, desarrollado a base de plástico y derivado del poliuretano, cloruro de polivinilo y plata, principalmente, también ocasiona problemas de contaminación debido a que no es un producto biodegradable.

Por lo anterior, ha aumentado el interés en la búsqueda de alternativas ecológicas, con la finalidad de desarrollar productos y servicios que permitan optimizar recursos y que impliquen menores riesgos para la vida humana y el medio ambiente. Una opción es la fabricación de cuero ecológico a partir de plantas, algas, bacterias y hongos para sustituir el cuero de origen animal (Zeller y Zocher, 2012). En la tabla 1 (p. 3) se muestran algunos trabajos relacionados con la producción de cuero amigable con el ambiente.

Las alternativas mencionadas tienen el objetivo de reducir el uso de solventes tóxicos para disminuir los contaminantes desechados en el entorno, así como de utilizar los desechos de las cadenas de suministro de alimentos para no generar residuos orgánicos, debido a que, si éstos no son tratados de forma adecuada, pueden convertirse en un problema de proliferación de fauna nociva transmisora de enfermedades, por lo que es de suma importancia continuar la búsqueda de alternativas.

Cuero obtenido de hongos

Los hongos son el segundo grupo de organismos más grande después de los insectos (Blackwell, 2011; Hawksworth y Lücking, 2017). Tienen diferentes funciones ecológicas, pero una de las más importantes es la de descomponedores, que consiste en ayudar a reciclar una gran cantidad de materia orgánica y devolver los nutrientes para que sean utilizados por las plantas. Aprovechando esta capacidad de degradación, los hongos se pueden utilizar con diversos fines biotecnológicos, por lo que destacan como alternativa para obtener un tipo de cuero ecológico, biodegradable y que puede ser aprovechado en la industria textil.

Tabla 1
Alternativas de cuero biodegradable

Material	Características	Ventajas
<i>Cuero de té</i>	Se elabora con los subproductos del té verde fermentado y es combinado con un forro a base de cáñamo en el interior.	Mismo rendimiento que el cuero de origen animal.
<i>Cuero de coco Malai</i>	Se obtiene a partir de celulosa bacteriana y se cultiva sobre desechos agrícolas procedentes de la industria del coco (<i>Cocos nucifera</i>).	Es flexible, duradero y resistente al agua, comparable con el cuero.
<i>Cuero de corcho</i>	Se fabrica con la corteza del roble (<i>Quercus suber</i>).	Resistente al desgarre, ligero, impermeable y de textura suave.
<i>Piñatex</i>	Tejido hecho con las fibras de la hoja de la piña (<i>Ananas comosus</i>), recubierto con una delgada capa polimérica (similar al acrilato de poliuretano).	Presenta suavidad, durabilidad y flexibilidad. Es de color blanco y negro.
<i>Biocuero de Zoa</i>	Fabricado a partir del colágeno producido a través de la fermentación de una levadura.	Apariencia de cuero, buena calidad y presentación en varios tonos.
<i>Cuero de nopal Desserto</i>	Hecho de <i>Opuntia ficus-indica</i> . Es un textil ecológico recubierto con una capa compacta y una capa parcialmente espumada, rellena de partículas heterogéneas de nopal.	Apariencia de cuero y transpirable. Es de color verde y negro.
<i>Cuero vegetal Wine Leather Nam</i>	Fabricado con desechos procedentes de la producción del vino: fibras de orujo, pepitas de uva y aceite vegetal.	Características similares al cuero, visual y estructuralmente.
<i>Cuero con desechos de fruta</i>	Hecho con la cáscara de kiwi o plátano, así como calabaza o manzana para añadirle rigidez.	Se ha utilizado en tapicería de un Porsche y zapatos.
<i>Hojas de palma</i>	Se utiliza hoja de palma; se aplica glicerina, agua y otros materiales para ablandar la palma y darle una mejor flexibilidad, los cuales se montan sobre una base tejida.	Desarrollo de alfombras de cuero de diferentes formas.
<i>Kombucha</i>	Elaborado con levaduras y bacterias a través del cultivo simbiótico; se obtiene un material sólido y compacto a base de polisacáridos.	Características similares al cuero de color marrón.
<i>Snap Pap®</i>	Hecha de fibras celulósicas e impregnada con el polímero a base de acrilato, con una estructura no tejida.	Material similar al cuero con propiedades de elasticidad y resistencia a la ruptura.
<i>Piel de manzana®</i>	Base de textil recubierto con capas delgadas y compactas de poliuretano (PUF), relleno de partículas orgánicas y fabricado mediante un proceso de solidificación.	Apariencia similar al cuero, con presentación de color mixto.

Fuente: elaboración propia con base en Ecoinventos (2022) y Meyer et al. (2021).

El micelio es una red compleja de hifas con características de resistencia, térmico, moldeable, inflamable, ligero y biodegradable, por lo cual varias empresas han empezado a recurrir a él para fabricar diferentes materiales empleables en distintas áreas, ya sea como sustituto del cuero animal o como tela (Ecovative, 2024; Mycoworks, 2024). Se puede utilizar como base y combinarse con fibras lignocelulósicas procedentes de flujos de desechos (Attias et al., 2020). Para la fabricación de estos productos se han utilizado los cuerpos fructíferos o el micelio de algunos hongos, como *Fomes fomentarius*, *Ganoderma lucidum*, *Lenzites betulinus*, *Phellinus ellipsoideus* y *Trametes versicolor* (Gandia et al., 2021).

La empresa Muskin produce cuero vegano a partir de hongos. El proceso de fabricación consiste en extraer los cuerpos fructíferos de *Phellinus ellipsoideus*, un hongo parásito que crece en bosques subtropicales, de donde se obtiene un material similar a la gamuza, transpirable, cuya consistencia y textura pueden variar de suave a ligeramente más dura que el corcho, y que incluso se puede hacer impermeable tratándolo con ceras ecológicas. En su elaboración no se utilizan productos químicos, lo que lo hace ideal para aplicarlo en accesorios o prendas (Life Materials, sf).

El cuero fabricado con setas está diseñado para ser biodegradable, natural y con características muy parecidas al cuero de origen animal. La empresa Driver Bag Mylo lanzó al mercado unos tenis en consorcio con la marca Adidas, llamados *Stan Smith Mylo*. Están fabricados con micelio de hongo, sin impacto ambiental negativo, por lo que se considera una alternativa más ecológica (Adidas, 2021).

La empresa MycoWorks Inc. destaca también la obtención de cuero a partir de hongos con propiedades superiores al cuero animal (Mycoworks, 2024). El punto clave para obtener materiales con cualidades estéticas o de un espesor de calidad es la modulación de crecimiento del micelio aéreo, por lo que es importante la búsqueda y selección de organismos que proporcionen las mejores características al producto final. Esta misma empresa ha desarrollado cuero a partir del micelio de *Ganoderma lucidum* y algodón fino que se comercializa como Reishi®. Además, produce materiales de micelio con diferentes propiedades en la superficie, como aterciopeladas y esponjosas, semejantes a los textiles convencionales, ya que se pueden cortar, procesar y mecanizar con otros materiales para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas (Chase et al., 2019).

Mycotech ha lanzado al mercado una gama de productos que incluyen zapatos, carteras y correas de reloj fabricados con el cuero derivado del micelio, llamado Mylea™. Este producto es biodegradable, de color marrón y negro teñido naturalmente, y presenta propiedades de resistencia a la tracción, desgarrar y elongación, similares a las del cuero animal (Mylea, sf).

La artista Aniela Hoytink, a través del proyecto Mycotex/Mycelium Textile, utilizó micelio de hongos para elaborar una prenda de vestir dinámica, creada a partir del micelio en forma de disco, la cual se puede unir, moldear y reconstruir en tamaños personalizados. El producto ha sido mejorado para conservar su flexibilidad, lo que permite crear patrones que se ajustan a la longitud de la prenda solicitada, la cual es completamente compostable (Nai y Meyer, 2016).

Como se mencionó, la implementación del crecimiento del micelio sobre fibras naturales ha llamado la atención. Las pequeñas aberturas en la superficie del textil permiten al micelio crecer y fusionarse con él, por lo que ambos se pueden secar y permanecer unidos indefinidamente. En la ingeniería textil se estudia la organización de los diferentes

Figura 1
Productos elaborados a partir de hongos



Fuente: elaboración propia.

materiales, debido a que la interacción entre textiles y organismos vivos, como el micelio, es un campo relativamente nuevo, por lo que aún se puede mejorar su producción (Biala y Ostermann, 2022).

En el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) se han realizado trabajos relacionados a la obtención de fibras parecidas al cuero animal. Mediante el cultivo líquido y sólido del micelio de diferentes hongos, se han obtenido fibras con textura similar al cuero, de apariencia tipo fomi, la mayoría de color blanco a café claro, las cuales presentan buena resistencia en newtons (N), entre otras características. Es un área con gran potencial para el desarrollo de artículos innovadores y amigables con el ambiente, por lo que se continúa en la búsqueda de especies que permitan obtener fibras con los mejores atributos en cuanto a aspecto, resistencia y textura y que sean lo más parecidas al cuero animal. En la figura 1 se muestran algunos accesorios elaborados en este centro de investigación a partir del micelio de hongos.

Conclusión

El micelio de hongos posee distintas peculiaridades estructurales, por lo que se utiliza para elaborar materiales en el área textil; además, si se combina con otros productos se pueden mejorar sus características para la elaboración o el recubrimiento de dispositivos portátiles, calzado, accesorios, entre otros. De este modo, se crean propuestas novedosas que incluyen funcionalidad aumentada (sensorial) y estética (moda).

La implementación de los hongos en la industria textil ha llamado la atención por todas sus bondades, pero sobre todo por ser una alternativa ecológica para la sustitución de

materiales sintéticos por materiales fabricados a base de hongos. De esta manera, los hongos son organismos prometedores para el futuro no sólo en el área textil, sino en distintos campos de la ciencia y la mercadotecnia.

Referencias

- Adidas (15 de abril de 2021). Stan Smith Mylo: recreating an icon made with underground roots of mushrooms. *Adidas*, sp. <https://news.adidas.com/originals/stan-smith-mylo-recreating-an-icon-made-with-underground-roots-of-mushrooms/s/3403a796-7db3-429c-8a3b-6378c2f962bo>
- Attias, N., Danai, O., Abitbol, T., Tarazi, E., Ezov, N., Pereman, I. y Grobman, Y. J. (2020). Mycelium bio-composites in industrial design and architecture: comparative review and experimental analysis. *Journal of Cleaner Production*, 246, 119037. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119037>
- Biala, E. y Ostermann, M. (2022). Mycostructures—growth-driven fabrication processes for architectural elements from mycelium composites. *Architecture, Structures and Construction*, 2, 509-519. <https://doi.org/10.1007/s44150-022-00073-6>
- Blackwell, M. (2011). The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species? *American Journal of Botany*, 98(3), 426-438. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000298>
- Chase, J., Wenner, N., Ross, P. y Todd, M. (2019). Deacetylation and crosslinking of chitin and chitosan in fungal materials and their composites for tunable properties. US Patent Application No. 16/353,979, 1-5. <https://patentimages.storage.googleapis.com/c1/65/36/ec268f30de0fb4/US20190284307A1.pdf>
- Ecoinventos (21 de abril de 2022). 12 alternativas ecológicas al cuero animal. *Ecoinventos*, sp. https://ecoinventos.com/alternativas-ecologicas-al-cuero-animal/#google_vignette
- Ecovative (2023). Ecovative: molecular mycotechnology. *Ecovative*, sp. <https://ecovativedesign.com>
- Gandia, A., Brandhof, J. G. van den, Appels, F. V. W. y Jones, M. P. (2021). Flexible fungal materials: shaping the future. *Trends in Biotechnology*, 39(12), 1321-1331. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2021.03.002>
- Goyeneche, S. (2018). *Cuero natural vs cuero sintético. El Impacto Socioambiental*. [Tesis de licenciatura, UP]. https://fdo.palermo.edu/servicios_dyc/proyectograduacion/archivos/4726.pdf
- Hawksworth, D. L. y Lücking, R. (2017). Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. *Microbiology Spectrum*, 5(4). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.funk-0052-2016>

- Kumar, V. y Dwivedi, S. K. (2021). Una revisión sobre técnicas accesibles para la eliminación de cromo hexavalente y níquel divalente de las aguas residuales industriales: investigación reciente y perspectivas futuras. *Revista de Producción Más Limpia*, 295, 126229. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126229>
- Life Materials (sf). MuSkin. *Life Materials*, sp. <https://lifematerials.eu/shop/muskin-cruelty-free-and-oil-free-vegan-leatherette/>
- López Buitrago, N. (2022). *Alternativas, usos e impactos ambientales de la moda con la elaboración de prendas de vestir con tejido animal*. [Tesis de licenciatura, IUPASCUALBRAVO]. <https://repositorio.pascualbravo.edu.co/handle/pascualbravo/1518>
- Meyer, M., Dietrich, S., Schulz, H. y Mondschein, A. (2021). Comparison of the technical performance of leather, artificial leather, and trendy alternatives. *Coatings*, 11(2), 226. <https://doi.org/10.3390/coatings11020226>
- Mycoworks (2018). Home. *Mycoworks*, sp. <http://www.mycoworks.com/2018>
- Mylea (sf). Technical data sheet Mylea™, the mycelium leather mylea original reinforced. *Mylea*, sp. <https://mycl.bio/storage/app/media/mylea/Mylea%20Technical%20Data%20Sheet.pdf>
- Nai, C. y Meyer, V. (2016). The beauty and the morbid: fungi as source of inspiration in contemporary art. *Fungal Biology and Biotechnology*, 3(10), 1-5. <https://doi.org/10.1186/s40694-016-0028-4>
- Zeller, P. y Zocher, D. (2012). Ecovative's breakthrough biomaterials. *Fungi Magazine*, 5(1), 51-56. https://www.fungimag.com/spring-2012-articles/LR_Ecovative.pdf