

IMPACTO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y ESTRATEGIAS SOSTENIBLES PARA SU MITIGACIÓN

ENVIROMENTAL IMPACTOF THE TEXTILE INDUSTRY AND SUSTAINABLE STRATEGIES FOR ITS MITIGATION

DAVID IZQUIERDO DUARTE¹

VÍCTOR JAVIER CRUZ DELGADO¹

CARLOS ALBERTO ÁVILA ORTA¹

HEIDI ANDREA FONSECA FLORIDO²

RESUMEN

La industria textil ha evolucionado desde el uso de fibras naturales hasta la producción masiva de fibras sintéticas. La moda rápida ha intensificado el consumo y desecho de prendas, contribuyendo a la contaminación del agua, suelo y aire. Entre los problemas más críticos se encuentran la contaminación por microfibras, el uso de químicos en los procesos textiles y la acumulación de residuos, lo que ha generado graves impactos ambientales. El reciclaje textil y el uso de biopolímeros se presentan como soluciones viables, aunque enfrentan desafíos como la complejidad en la separación de materiales y la falta de infraestructura. La economía circular surge como una estrategia clave para reducir el desperdicio a través del reciclaje, la reutilización y modelos de negocio sostenibles como la reventa y el alquiler de prendas. Para lograr un impacto positivo es fundamental la cooperación entre consumidores, industria y gobiernos mediante educación, innovación tecnológica y políticas ambientales.

Palabras clave: fibras textiles; contaminación; reciclaje textil; economía circular; polímeros biodegradables.

ABSTRACT

The textile industry has evolved from using natural fibers to mass-producing synthetic fibers. Fast fashion has intensified garment consumption and disposal, contributing to water, soil, and air pollution. Among the most critical problems are microplastic contamination, the use of chemicals in textile processes, and waste accumulation, which have generated serious environmental impacts.

1. Centro de Investigación en Química Aplicada.
2. Investigador por México-SECIHTI, Centro de Investigación en Química Aplicada.

Correspondencia
 heidi.fonseca@ciqua.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-6861-2412>
 Fecha de recepción
 28 de abril de 2025.
 Fecha de aceptación
 22 de octubre de 2025.

Textile recycling and the use of biopolymers are presented as viable solutions, although they face challenges such as the complexity of separating materials and the lack of infrastructure. The circular economy emerges as a key strategy to reduce waste through recycling, reuse, and sustainable business models such as resale and garment rental. To achieve a positive impact, cooperation between consumers, industry, and governments is essential through education, technological innovation, and environmental policies.

Keywords: *textile fibers; pollution; textile recycling; circular economy; biodegradable polymers.*

INTRODUCCIÓN

La industria textil ha experimentado una transformación importante con la incorporación de polímeros sintéticos y tecnologías avanzadas de procesamiento. Sin embargo, el crecimiento de la moda rápida (*fast fashion*, en inglés) ha ocasionado un incremento en la contaminación ambiental debido al alto consumo de recursos, la generación de residuos textiles y la liberación de microfibras plásticas. La dependencia de materiales derivados del petróleo, junto con las limitaciones en el reciclaje de textiles compuestos, suponen una gran dificultad para la sostenibilidad del sector.

Ante esta problemática, el desarrollo de biopolímeros y procesos innovadores, como la extrusión por soplado en fundido (*melt-blowing*), ofrece una alternativa prometedora para la producción de fibras biodegradables con aplicaciones textiles. Además, la implementación de modelos de economía circular puede optimizar el aprovechamiento de materiales poliméricos, reduciendo el impacto ambiental. Este artículo analiza la contaminación generada por la industria textil desde una perspectiva científica y social, explorando soluciones basadas en nuevos materiales biodegradables y procesos más sostenibles.

FIBRAS TEXTILES

Una fibra textil es un material delgado y flexible, mucho más largo que ancho (Krieger, 2009). La obtención de fibras a partir de diferentes materiales se

divide en dos grupos: fibras hechas por el hombre (artificiales) y fibras provenientes de la naturaleza (Piribauer y col., 2019). Desde inicios de los tiempos, las fibras naturales han sido la base de la industria textil, con ejemplos como el lino en la Suiza prehistórica (8000 a.C.) y el algodón en la India y Pakistán (3000-2000 a.C.). La Revolución Industrial, con innovaciones como la desmotadora de algodón de Eli Whitney (1793), transformó la producción de fibras. En la actualidad, la industria textil se mantiene en constante evolución con el surgimiento de fibras sintéticas y la modificación de las naturales, aunque el algodón conserva su relevancia en el mercado global (Fisher, 1981).

Las aplicaciones de las fibras naturales en esta misma industria han crecido exponencialmente, yendo más allá de la simple vestimenta. Su evolución se ha diversificado hacia una amplia gama de usos técnicos, abarcando sectores como la construcción, el transporte y la alimentación, entre otros (Sanjay y col., 2016).

CONTAMINACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA MODA (FASHION INDUSTRY POLLUTION)

Hoy en día, se observa una producción en masa de prendas de vestir inspiradas en la alta moda y celebridades, las cuales se venden a precios accesibles, *fast fashion* o “moda rápida”, lo que ocasiona volúmenes altos de desechos de prendas de vestir alrededor de todo el mundo. Este fenómeno se ve favorecido por la necesidad creada de reemplazar o sustituir las prendas de acuerdo con las tendencias de la moda (Chen y col., 2021a).

En nuestro país, durante el año 2021 el incremento de usuarios con acceso a internet alcanzó los 88.6 millones, de esta cantidad 30.1 % llevó a cabo compras de productos y servicios a través de internet (INEGI, 2021), donde el uso del smartphone y la computadora se han convertido en las principales herramientas de acceso a las compras en línea disponibles en las grandes tiendas departamentales con ventajas como comodidad, ofertas exclusivas y disponibilidad 24/7 (PROFECO, 2023). La facilidad de acceso y la variedad de opciones incentivan la adquisición constante de nuevas prendas, alimentando el ciclo del *fast fashion*.

Este fenómeno se refleja claramente en la industria textil, una de las más grandes y abundantes del mundo, cuyo crecimiento exponencial en las últimas décadas ha llevado a un consumo de ropa cada vez mayor. Los textiles se aplican en diversas áreas: médica, alimentaria, automotriz, construcción, del hogar y del vestido (ropa). Las cifras de producción de ropa derivadas de la moda rápida son un claro reflejo de esta tendencia: de 56 mil 560 millones de toneladas de prendas en el año 2000, pasó a 113 mil 476 millones en 2019, este incremento responde a la necesidad de satisfacer la creciente demanda de los consumidores. La producción mundial de textiles se ha duplicado desde 1975, alcanzando los 13 kilogramos por persona en 2018. Sin embargo, de esta vasta producción 92 millones de toneladas de prendas se desechan anualmente a nivel global y se proyecta que esta cifra aumentará a 134 millones para el año 2030 (Kerr y col., 2017). Solamente en los Estados Unidos, por ejemplo, en el año 2018 se desearon o quemaron casi 14 millones de toneladas de ropa, mientras que se reciclaron únicamente 2.5 millones (EPA, 2021).

Es evidente que la sobreproducción contribuye significativamente a la generación de residuos textiles, en parte debido a las prendas no vendidas, agravando la contaminación y el impacto ambiental.

RESIDUOS TEXTILES (*TEXTILE WASTE*)

El impacto ambiental de la industria textil va más allá de la ropa confeccionada y desechada. La manufactura textil exige un elevado consumo de agua y energía, además los procesos de teñido involucran más de 15 mil sustancias químicas empleadas en etapas como pretratamiento, impresión y acabado, donde se generan aguas residuales tóxicas que, a falta de un tratamiento adecuado antes de su vertido, provocan graves daños ambientales (Hasanbeigi y col., 2015). La acumulación de los diferentes residuos textiles en vertederos agrava la contaminación del suelo y del agua (Anguelov, 2015).

CONTAMINACIÓN POR MICROFIBRAS (MICROFIBER POLLUTION)

La industria textil también es una fuente importante de contaminación por microplásticos, específicamente microfibras, liberadas principalmente de la ropa sintética durante su lavado. Las microfibras están constituidas usualmente de materiales como poliamida (NYLON), polietilentereftalato (PET) y polipropileno (PP) (Gago y col., 2018), lo que hace que su descomposición no sea fácil y exista una importante preocupación debido a su permanencia en el medio ambiente. Al día de hoy se ha detectado la presencia de microfibras en la atmósfera, fuentes de agua, sedimentos, suelos y en los océanos, esta contaminación la genera, en su mayoría, la industria textil, aunque también contribuye el lavado doméstico y el vertido de prendas en ríos (Carney Almroth y col., 2018).

Las severas consecuencias de esta contaminación se hacen evidentes en casos como el del río Atoyac, localizado en la región hidrológica del norte de la cuenca Balsas-Mezcala, en el sur de Tlaxcala, México. Desde 1980, las fábricas de ropa y de lavado de mezclilla que están cerca del río han estado vertiendo sus desechos directamente al agua, alterando su coloración a tonos como azul, verde, amarillo, rojo y negro. La combinación de estas descargas industriales con otros contaminantes ha resultado en graves problemas de salud pública en la región, posicionando al río Atoyac como el segundo cuerpo de agua más contaminado en México (Ávila Orta y col., 2022).

EL PROBLEMA DEL RECICLAJE TEXTIL

Para mitigar los efectos derivados de la producción textil es clave comprender la complejidad de una prenda. Como se observa en la Figura 1, ésta no solo está constituida por tejidos, sino también por otros accesorios o elementos como cremalleras, botones, estampados, rellenos y etiquetas, por lo que identificar estos componentes es fundamental para determinar su disposición final adecuada y, así, reducir su impacto ambiental. El reciclaje de textiles representa una solución a esta problemática, destacando el reciclaje mecánico, químico y biológico. El reciclaje mecánico, tritura y deshilacha los tejidos para crear nuevos materiales como rellenos y aislantes (Grando y col.,



CienciAcierta

2022). Este proceso es más simple y económico, a diferencia del reciclaje químico, el cual descompone los polímeros para obtener materias primas para producir nuevas fibras de alta calidad (Zamani y col., 2015); además, ofrece la ventaja de reciclar tejidos mixtos y obtener materiales de mayor valor, ampliando las aplicaciones de los materiales obtenidos mediante este tipo de reciclaje. Por ejemplo, se utilizan para fabricar materiales de aislamiento térmico para la construcción, en la creación de componentes termomoldeados para la industria automotriz y como refuerzos en materiales estructurales, mejorando su resistencia y durabilidad. Una tercera alternativa emergente es el reciclaje biológico, que utiliza biocatalizadores (enzimas) para descomponer los textiles en componentes monoméricos iniciales, los cuales pueden transformarse en productos como azúcares o bioetanol (Hu y col., 2018). Su principal ventaja radica en la baja demanda de energía, el uso de solventes y químicos más amigables con el ambiente, además de su capacidad de ser altamente selectivo, lo que lo hace prometedor para separar residuos textiles mezclados (Piribauer y col., 2019). Sin embargo, actualmente, solo es aplicable a polímeros naturales (como celulosa o lana), es costoso y sus tiempos de reacción son más lentos (Baloyi y col., 2024).

La Figura 2 presenta los tipos de reciclaje y algunas de sus características. Sin embargo, el reciclaje textil presenta grandes desafíos, como la variedad de materiales y colorantes utilizados en la confección de prendas, desde fibras naturales hasta sintéticas y sus mezclas, lo cual dificulta el proceso de separación y reciclaje, así como la falta de infraestructura adecuada, como plantas de reciclaje especializadas y sistemas de recolección eficientes, lo que obstaculiza el reciclaje textil a gran escala. Además, el material disponible para reciclaje es limitado, ya que la tasa de recolección de textiles usados es baja, debido en parte a la falta de conocimiento de los consumidores sobre cómo reciclar correctamente sus prendas. Desafortunadamente, este proceso de reciclaje no impide que los residuos textiles terminen en los vertederos.



Figura 1. Accesorios y elementos que comprenden una prenda de vestir a considerarse durante el reciclado de la misma.

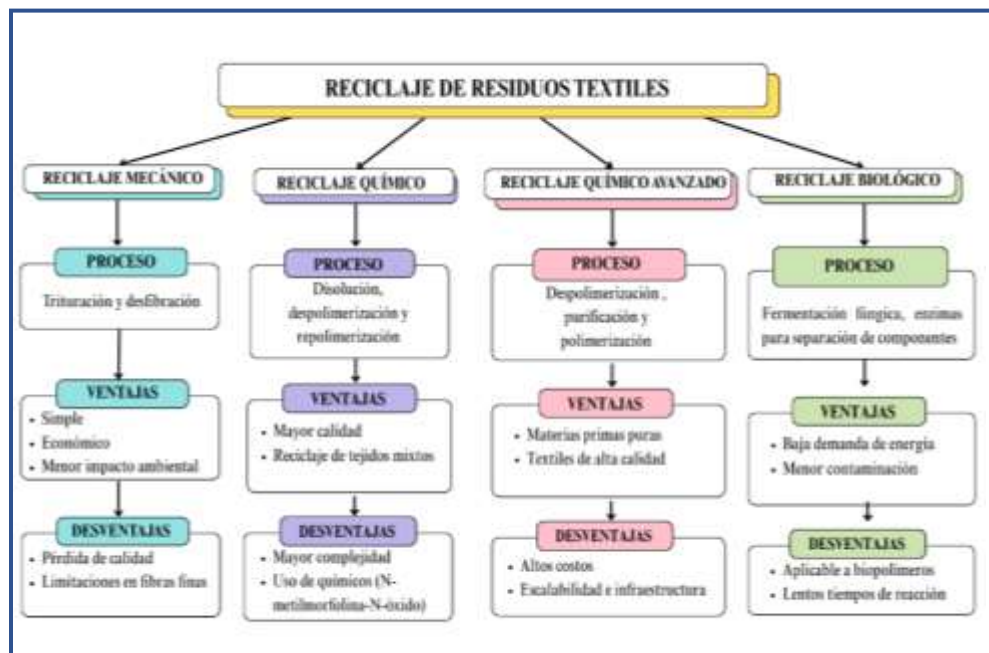


Figura 2. Mapa de ruta de los diferentes tipos de reciclaje para residuos textiles.

BIOPOLÍMEROS

Ante este panorama, se vuelve indispensable la búsqueda de soluciones sostenibles para minimizar la contaminación de la industria textil, contrarrestar

los efectos de la contaminación y disminuir el consumo de productos textiles. Como una alternativa prometedora surgen los polímeros biodegradables, obtenidos de fuentes renovables como plantas, animales y microorganismos (Azammi y col., 2020). Estos materiales generalmente son empleados en el desarrollo de bioplásticos amigables con el medio ambiente, disminuyendo el problema que representa la lenta o nula degradación de los plásticos derivados del petróleo, los cuales han dominado el mercado hasta ahora. La mayoría de los biopolímeros son biodegradables, ya que se descomponen en sustancias naturales como dióxido de carbono, agua, metano y compuestos inorgánicos (Christian, 2020). Algunos de ellos tienen propiedades similares a los plásticos tradicionales, lo que amplía sus usos en diversos campos. Su aplicación específica depende de consideraciones prácticas como el costo, la disponibilidad, la capacidad de absorción de humedad, estabilidad térmica, propiedades mecánicas, velocidad de degradación y la biocompatibilidad, entre otros (Niaounakis, 2015).

BIOPOLIMEROS PROCESADOS POR SOPLADO EN FUNDIDO (MELT-BLOWING)

Una aplicación de los biopolímeros se encuentra en el proceso de extrusión por soplado en fundido. Este método, comúnmente empleado en el procesamiento de plásticos, transforma la materia prima en finas fibras mediante fusión y soplado con aire caliente. Su adaptación en el uso de biopolímeros representa una alternativa sostenible para reemplazar los plásticos tradicionales, minimizando el impacto ambiental de esta industria. Mediante el uso esta técnica se podrían producir telas no tejidas biodegradables con una diversidad de aplicaciones textiles, incluyendo el sector médico, higiene, industrial, filtración, absorbentes y cuidado personal (Dutton, 2009).

Recientes investigaciones han desarrollado biotextiles sustentables mediante la combinación de ácido poliláctico (ácido poli láctico, poly lactic acid, PLA) y almidón termoplástico (thermoplastic starch, TPS) con el propósito de proveer una alternativa más amigable con el medio ambiente, destacando la biodegradabilidad, bajos costos, entre otros, a través de la mejora en la compatibilidad de la mezcla PLA/TPS, mediante la modificación química por extrusión reactiva (reactive extrusion, REX) del almidón, lo que permite el procesamiento y la producción de tela no-tejida por la técnica de *melt-blowing* (Ávila-Orta y col., 2023). Recientemente, en el grupo de investigación se han



funcionalizado nanopartículas de carbono (CNP) a través de un tratamiento por plasma para su adición a la mezcla PLA/TPS y con esto conferir mejoras en las propiedades mecánicas y eléctricas (Figura 3), para otorgar mayor resistencia y conductividad a la tela no tejida, respectivamente. Su posible aplicación estaría implementada en textiles electrónicos, conocidos como e-textiles. Por ejemplo, en el sector de la salud, permiten el monitoreo continuo de signos vitales, facilitando el seguimiento de pacientes y la detección temprana de problemas. En el deporte, proporcionan datos precisos para optimizar el rendimiento de los atletas. En seguridad, protegen a trabajadores en entornos peligrosos y a personal de emergencia a detectar riesgos; estas son solo algunas de las muchas aplicaciones posibles. Esta mejora técnica es crucial para avanzar hacia la sostenibilidad en la industria textil, en respuesta a los crecientes problemas ambientales.



Figura 3. Proceso para la obtención de tela no tejida de mezclas de PLA-TPS/CNP mediante la funcionalización de la CNP, el mezclado en fundido y el procesamiento *melt-blowing*.

ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular emerge como otra medida fundamental para abordar la problemática ambiental dada por los textiles. A diferencia del sistema económico lineal actual, basado en el consumo y desecho constante, la economía circular busca crear un ciclo donde los recursos se transforman y reutilizan, inspirándose en los ciclos naturales (Gardetti, 2019). La producción de ropa depende en gran medida de materiales que se agotan como los combustibles fósiles, precisamente, más de 68 % de las fibras utilizadas hoy en día provienen de estas fuentes, y posteriormente terminan en la basura, ya sea en vertederos o incineradas. Desde el punto de vista económico,



anualmente se desperdician más de 183 millones de dólares en ropa que se tira a la basura (Wrap, 2015).

Diversas empresas están adoptando estrategias para mitigar este impacto, un ejemplo notable es la implementación por parte de la marca H&M con puntos de recolección de ropa en todas sus tiendas a nivel mundial, con el objetivo de simplificar el proceso de reciclaje textil. Esta iniciativa permite la recepción de una amplia variedad de prendas y textiles, independientemente de su marca o estado. Los clientes pueden depositar sus prendas no deseadas en estos contenedores ubicados dentro de las tiendas, facilitando así la reutilización y el reciclaje de los materiales textiles (H&M, 2013).

A nivel global, países como Alemania han implementado sistemas de recolección de textiles enfocados en la reutilización, principalmente a través de la exportación a naciones en desarrollo (Morlet, 2017). Si bien esta práctica extiende la vida útil de las prendas, un sistema verdaderamente responsable requiere la participación de una sociedad consciente del medio ambiente, donde la reutilización se convierta en una norma. En este contexto, la reventa y el alquiler sobresalen como estrategias con doble beneficio: económico y ambiental. Considerando que la vida útil promedio de la ropa social oscila entre siete y diez usos antes de su descarte (Armour, 2015), estas alternativas como la reventa y el alquiler pueden prolongar significativamente su ciclo de vida y reducir el impacto ambiental. No obstante, para lograr un cambio sostenible, es crucial reeducar a la sociedad. Esto implica fomentar un consumo más consciente a través de programas educativos ambientales y promover modelos de negocio como la reventa y el alquiler, que ofrecen incentivos económicos (Chen y col., 2021b). Al integrar estas estrategias se pueden generar impactos positivos importantes.

CONCLUSIONES

La industria textil ha evolucionado desde el uso de fibras naturales hasta la incorporación masiva de fibras sintéticas, lo que ha generado graves problemas ambientales. El modelo de "moda rápida" ha impulsado el consumo excesivo y la acumulación de residuos textiles, aumentando la contaminación del agua, suelo y aire, además de un elevado consumo de

recursos. Uno de los mayores impactos es la contaminación por microfibras provenientes de textiles sintéticos, que afectan los ecosistemas acuáticos. Además, el uso de sustancias químicas en el teñido y acabado de telas contribuye a la contaminación del agua. El reciclaje textil surge como una solución, pero enfrenta desafíos debido a la composición mixta de las prendas y la falta de infraestructura. Los biopolímeros representan una alternativa sostenible, permitiendo la producción de textiles biodegradables y reduciendo la dependencia del petróleo.

La economía circular es clave para minimizar el desperdicio de textiles mediante la reutilización, reciclaje, incorporación de biopolímeros sustentables y modelos de negocio como la reventa y el alquiler de prendas. Un cambio hacia prácticas más sostenibles requiere la colaboración de productores y consumidores, apoyado por innovación tecnológica, políticas ambientales y educación.

REFERENCIAS

- Anguelov, N. (2015). The Dirty Side of the Garment Industry: Fast Fashion and Its Negative Impact. *Modern Language Studies*. 46(1): 87-89.
- Armour R. (2015). Once worn thrice shy - women's wardrobe habits exposed. [En línea]. Disponible en: <https://tfn.scot/news/once-worn-thrice-shy-womens-wardrobe-habits-exposed>. Fecha de consulta: 30 de marzo 2025.
- Ávila Orta, C. A., Hernández Rodríguez, M. de L., & Lozano Morales, S. A. (2022). Río Atoyac: hacia una gestión integral de una problemática multifactorial: 25-28. <http://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/669>
- Ávila-Orta, C. A., Covarrubias-Gordillo, C. A., Fonseca-Flrido, H. A., Melo-López, L., Radillo-Ruiz, R., & Gutiérrez-Montiel, E. (2023). PLA/modified-starch blends and their application for the fabrication of non-woven fabrics by melt-blowing. *Carbohydrate Polymers*, 316: 120975. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.120975>
- Azammi, A. N., Ilyas, R. A., Sapuan, S. M., Ibrahim, R., Atikah, M. S. N., Asrofi, M., & Atiqah, A. (2020). Characterization studies of biopolymeric matrix and cellulose fibresbased composites related to functionalized fibre-matrix interface. *Interfaces in Particle and Fibre Reinforced Composites From Macro to Nano Scales*: 29–93. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102665-6.00003-0>

- Baloyi, R. B., Gbadeyan, O. J., Sithole, B., & Chunilall, V. (2024). Recent advances in recycling technologies for waste textile fabrics: a review. *Textile Research Journal*, 94 (3-4): 508-529.
- Carney Almroth, B. M., Åström, L., Roslund, S., Petersson, H., Johansson, M., y Persson, N. K. (2018). Quantifying shedding of synthetic fibers from textiles; a source of microplastics released into the environment. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(2): 1191–1199. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0528-7/figures/4>
- Chen, X., Memon, H. A., Wang, Y., Marriam, I., & Tebyetekerwa, M. (2021a). Circular economy and sustainability of the clothing and textile industry. *Materials Circular Economy*, 3(1): 1-9. <https://doi.org/10.1007/S42824-021-00026-2>
- Chen, X., Memon, H. A., Wang, Y., Marriam, I., & Tebyetekerwa, M. (2021b). Circular economy and sustainability of the clothing and textile industry. *Materials Circular Economy*, 3(1): 1-9. <https://doi.org/10.1007/S42824-021-00026-2>
- Christian, S. J. (2020). Natural fibre-reinforced noncementitious composites (biocomposites). *Nonconventional and Vernacular Construction Materials: Characterisation, Properties and Applications*: 169–187. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102704-2.00008-1>
- Dutton, K. C. (2009). Overview and Analysis of the Meltblown Process and Parameters. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 6(1); 1-3. <https://jttm.textiles.ncsu.edu/index.php/JTATM/article/view/342>
- EPA, Environmental Protection Agency. (2021). Textiles: Material-Specific Data. [En línea]. Disponible en: <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/textiles-material-specific-data>. Fecha de consulta: 03 de marzo 2025.
- Fisher, C. H. (1981). History of Natural Fibers. *Journal of Macromolecular Science—Chemistry*, 15(7): 1345–1375. <https://doi.org/10.1080/00222338108056788>
- Gardetti, M. A. (2019). Introduction and the concept of circular economy. *Circular Economy in Textiles and Apparel: Processing, Manufacturing, and Design*: 1–11. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102630-4.00001-7>
- Gago, J., Carretero, O., Filgueiras, A. V., & Viñas, L. (2018). Synthetic microfibers in the marine environment: A review on their occurrence in seawater and sediments. *Marine pollution bulletin*, 127: 365-376. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.070>
- Grando, F. S., Sette, S. K., Colpani, G. L., De Mello, J. M. M., & Silva, L. L. (2022). Reciclagem de resíduos têxteis: uma revisão. *Brazilian Journal of Development*: 57050–57067. <https://doi.org/10.34117/BJDV8N8-146>
- Hasanbeigi, A., y Price, L. (2015). A technical review of emerging technologies for energy and water efficiency and pollution reduction in the textile industry. *Journal of Cleaner Production*, 95: 30–44. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.079>

- H&M, Hennes & Mauritz (2013). Recolección y reciclaje de ropa. [En línea]. Disponible en: https://www2.hm.com/es_mx/customer-service/product-and-quality/garment-collecting-recycling.html?srsId=afmbooo5p1_lknq4uxwzb2s8jyfxowweyqjh7vrgrix_csirrozuqvi. Fecha de consulta: 13 de marzo 2025.
- Hu, Y., Du, C., Leu, S. Y., Jing, H., Li, X., & Lin, C. S. K. (2018). Valorisation of textile waste by fungal solidstate fermentation: An example of circular waste-based biorefinery. *Resources, Conservation and Recycling*, 129: 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.024>
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2021/>. Fecha de consulta: 11 de marzo 2025.
- Kerr, J. y Landry, J. (2017). Pulse of the Fashion Industry - Global Fashion Agenda. [En línea]. Disponible en: <https://globalfashionagenda.org/pulse-of-the-industry/>. Fecha de consulta: 03 de marzo 2025.
- Krieger, A. P. (2009). Terminology of man-made fibres. [En línea]. Disponible en: https://bisfa.org/Terminology_of_man-m. Fecha de consulta: 03 de marzo 2025.
- Morlet, A. O. (2017). A New Textiles Economy: Redesigning fashion's future. [En línea]. Disponible en: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/a-new-textiles-economy>. Fecha de consulta: 30 de marzo 2025.
- Niaounakis, M. (2015). Biopolymers: Applications and trends. *Biopolymers: Applications and Trends*: 1–604. <https://doi.org/10.1016/C2014-0-00936-7>
- Piribauer, B., & Bartl, A. (2019). Textile recycling processes, state of the art and current developments: A mini review. *Waste Management and Research*, 37(2): 112–119. <https://doi.org/10.1177/0734242X18819>
- PROFECO, Procuraduría Federal del Consumidor (2023). La compra en línea o en tienda, ventajas y desventajas, en www.gob.mx. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/profeco/documentos/la-compra-en-linea-o-en-tienda-ventajas-y-desventajas?state=published>. Fecha de consulta: 11 de marzo 2025.
- Sanjay, M. R., Arpitha, G. R., Naik, L. L., Gopalakrishna, K., & Yogesha, B. J. N. R. (2016). Applications of Natural Fibers and Its Composites: An Overview. *Natural resources*, 7(3): 108-114. <https://doi.org/10.4236/nr.2016.73011>
- Wrap, Worldwide Responsible Accredited Production (2015). Household Waste Prevention Hub: Re-use - Clothing. [En línea]. Disponible en: <https://www.wrap.ngo/content/clothing-waste-prevention>. Fecha de consulta: 04 de marzo 2025.

Zamani, B., Svanström, M., Peters, G., & Rydberg, T. (2015). A Carbon Footprint of Textile Recycling: A Case Study in Sweden. *Journal of Industrial Ecology*, 19(4): 676–687. <https://doi.org/10.1111/jiec.12208>