

LA INDUSTRIA TEXTIL

POSIBLES ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA SOSTENIBILIDAD

ANA TORRENS OA

CIENCIAS AMBIENTALES

2023-2024

DIRECTORA: IRENE SIERRA GARCÍA



FARMAZIA
FAKULTATEA
FACULTAD
DE FARMACIA

Índice

Resumen

Introducción.....	1
Objetivo.....	2
1. Materias primas.....	3
1.1 Materiales de origen vegetal.....	3
1.2. Materiales artificiales	5
1.3. Materiales de origen animal	6
1.4. Materiales artificiales que imitan piel.....	9
1.5. Materiales sintéticos	10
2. Tintes	12
3. Confección y manufactura	15
4. Logística.....	16
5. Otros modelos de negocio.....	17
6. Conclusión	20
7. Referencias bibliográficas	21

RESUMEN

El presente trabajo se centra en el ámbito textil —el segundo sector más contaminante del mundo— desde el cultivo de materias primas vegetales a la producción de materiales sintéticos y artificiales así como los de procedencia animal, hasta la distribución, pasando por el tintado y sus especificaciones en función del tipo de tejido, la producción, confección y manufactura de prendas de ropa.

Repasa brevemente la situación actual y aborda algunas incongruencias y diversas alternativas más viables dentro de cada una de las materias primas, como es priorizar el cáñamo al algodón, producir materias artificiales en ciclos cerrados depurando las aguas, obtener materiales sintéticos reciclando otros o incluso captando emisiones de CO₂. En la tintura y en el curtido priorizar agentes vegetales y apostar por los nuevos modelos de negocio como el denominado “segunda mano”, en una industria no sostenible dominada por materiales y técnicas contaminantes.

Se ha realizado una revisión de la bibliografía actualizada sobre estos temas y se han propuesto algunas alternativas factibles —en cultivos, fabricación y confección— más aceptables en un mundo en el que la producción y el consiguiente consumo aumentan de manera exponencial.

Introducción

La industria textil en todos sus procesos —cultivo, fabricación, manufactura, distribución, comercialización y puesta en una bolsa en la mano del cliente— es responsable de alrededor del 10 % de las emisiones de CO₂ a la atmósfera (Parlamento Europeo, 2020). Si este porcentaje se compara y se traduce a cifras, se puede decir que, tras las industrias del carbón, petróleo y gas, es la más contaminante, responsable de la emisión a la atmósfera de más de 3500 millones de toneladas de gases de efecto invernadero (Parlamento Europeo, 2020).

Se estima una producción anual de más de cien mil millones de prendas, destinadas en su mayor parte al mercado *fast* y *ultra fast fashion* —la *Fundeu* habla de *moda rápida*: “tipo de moda que se produce y comercializa rápidamente: una temprana identificación de las tendencias, una producción en serie, normalmente a bajo coste, y una vida corta, de apenas una temporada, pero muy intensa” (Fundeu, s.f.). La industria de la *moda rápida* puede llegar a crear 52 micro-temporadas al año (Modaes, 2018) y la *moda ultra rápida*, que comparte el mismo concepto que la moda rápida, opera a velocidad mayor, produce colecciones en menor tiempo y se centra en la venta *online*. Mientras que las marcas *fast fashion* sacan cientos de nuevas piezas de ropa semanalmente, las empresas *ultra fast fashion* llegan a poner a la venta diariamente más de 1000 nuevas prendas (Bajaj, 2023). Además, ninguna de estas empresas del sector textil declara cuántas prendas produce realmente. (World Economic Forum, 2020). Tal vez entendamos la magnitud de esta cifra —cien mil millones de prendas— si la reducimos a proporciones manejables: cada minuto, más de 190000 unidades o unos 274 millones de prendas al día. Paralelamente, cada segundo se desecha en prendas de ropa el equivalente a un camión de basura (Cobbing, et al., 2022).

Si esa magnitud la relacionamos con la población, a cada persona —algunos organismos estiman que esta primavera hemos alcanzado ya 8180 millones— (Countrymeters.info, s. f.), le corresponderían más de doce prendas nuevas cada año. De toda esta producción anual, un 30% no llegará a venderse (Matevosyan, 2014).

El *Pacto Verde Europeo* en sus proyecciones estima en esta década un crecimiento de la producción textil superior al 60 % (Galve, 2023).

Los cambios de hábitos, la imparable importancia de las redes sociales, el efecto imitativo que favorecen personas ‘conocidas’, *influencers*, que semanalmente muestran gran cantidad de prendas de ropa supuestamente compradas, no mueven al optimismo.

El creciente volumen anual de prendas fabricadas consume bastante más de 2000 hectómetros cúbicos de agua y es responsable de al menos un 20 % de las aguas potables

contaminadas y de millones de toneladas de residuos (Parlamento Europeo, 2020; Sánchez, 2016).

En España se estima que cada persona adquiriría al año más de treinta prendas *online* y/o en comercios físicos. Esta cifra en EE. UU. asciende a sesenta prendas (Cadenas, 2023).

Un estudio realizado por la *Fundación Ellen MacArthur* —cuyo objetivo es acelerar la transición a la economía circular— determinaba que en 2016 un ciudadano europeo utilizaba una prenda 95 veces antes de desecharla. Su uso en el año 2000 había alcanzado las 102 ocasiones. Un norteamericano, en términos estadísticos, tan solo empleó una prenda en el año 2016 unas 34 veces; en el año 2000, la frecuencia sobrepasaba los 75 usos. En China se constatan los cambios más bruscos: de las 206 ocasiones del año 2000, dieciséis años después apenas llegaban a los 62 usos (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Tras su uso, estas prendas se desechan, se convierten en un importante residuo. La *Asociación Ibérica de Reciclaje Textil* calculó que cada español se desprende anualmente de unos doce kilogramos de ropa; de ellos apenas dos se reciclarían. Una población de poco más de cuarenta y siete millones de personas desearía bastante más de medio millón de toneladas de prendas; a su vez, el textil reciclado no alcanzaría las noventa mil toneladas. Si extrapolamos los datos, con las correcciones necesarias a escala mundial, el resultado muestra cifras muy elevadas (Medina, 2019).

Parte de la ropa no reciclada es revendida o directamente abandonada en países pobres. Allí las prendas no aprovechables se emplearán incluso como combustible doméstico (Middle East Monitor, 2019). Su combustión genera emisiones —tintes, fibras sintéticas, impresiones, etc.— de compuestos tóxicos. El resto se abandonará sin ningún control en vertederos (Blanco, 2023). Por otro lado, una empresa textil sueca empleó sus propias prendas —cuando éstas no cumplían los estándares de calidad de la compañía o cuando presentaban un nivel de productos químicos más elevados de lo permitido— para producir energía. Su intención era reducir la quema de combustibles fósiles en Suecia. Para ello remitían esos excedentes a una central de valorización energética al norte de Estocolmo y empleaban sus desechos textiles como materia para obtención de energía (Twenergy, 2018). Aunque sea de manera controlada, la combustión también genera emisiones y residuos; no obstante, esa incineración emite menos gases de efecto invernadero que los vertederos (del Río, 2021), donde acababan con anterioridad esas prendas rechazadas.

Objetivo

El objetivo del trabajo, que se expone a continuación, trata de abordar alternativas más viables, medioambientalmente menos insostenibles, en la industria de la moda dominada

por los materiales sintéticos y componentes naturales poco sostenibles; un sector cuya producción y consumo se potencian por factores psicológicos.

1. Materias primas

El primer elemento de la cadena de producción es la materia prima —los materiales— que no siempre se especifica bien en las etiquetas interiores de las prendas.

1.1 Materiales de origen vegetal.

El **algodón** ha sido la materia prima por excelencia. Esta especie vegetal, además de extensas áreas de cultivo, requiere de determinados cuidados. El primero, el riego. Se calcula que el cultivo del algodón necesario para confeccionar una camiseta exige unos 2700 litros de agua dulce. El Parlamento Europeo estima que este volumen de agua potable basta para que una persona beba durante más de dos años (Parlamento Europeo, 2020).

Asimismo, estos cultivos son muy sensibles a determinadas plagas. Los grandes campos de algodón se encuentran en países —India, por ejemplo— donde están permitidas sustancias prohibidas en estados con legislación menos laxa. Estudios publicados en 1999, determinaron que las plantaciones de algodón requerían el 25% de los pesticidas usados en todo el mundo, unos 750 millones de kilos en aquellos años (Grasser, et al., 1999). Actualmente se destinan más de 30 millones de hectáreas para cultivo de algodón, (Juárez, 2022), actualmente los cultivos de algodón reciben poco más del 10% de todos los insecticidas y alrededor de un 4% de todos los pesticidas utilizados globalmente (en el mundo actualmente se emplean 4 millones de toneladas de pesticidas), esto hace un 14% de insumos, los cultivos de algodón recibirán alrededor de 560 millones de kilos de insumos agrícolas (Roberts-Islam, 2021), una cifra inferior, a pesar del aumento de la producción de algodón. A día de hoy, no está claro este gran descenso, investigadores de *Transformers Foundation* creen que la cifra estimada en su día presentaría algún error, por lo que nunca se habría alcanzado ese uso de pesticidas tan elevado (Roberts-Islam, 2021).

Los compuestos para aumentar el rendimiento de la planta y minimizar las infestaciones son especialmente dañinos para la fauna, también para los trabajadores: los síntomas van de leves a graves; su uso inadecuado provoca anualmente bastantes muertes (Naciones Unidas, 2017).

En 2017, la ONU determinó que morían anualmente alrededor de 200 000 personas a causa de pesticidas (Naciones Unidas, 2017). Se prevé que la producción de fibra de algodón alcance 31 millones de toneladas en 2031 (Zhang, et al., 2023). Afortunadamente, el consumo de agua no crecerá en la misma proporción: poco a poco aumentan las plantaciones que establecen sistemas de riego por goteo. Países como Australia y EE. UU.

han apostado por este sistema. Su eficiencia en el uso del agua en 22 años es de un 40% en Australia y en EE. UU. de un 400% a lo largo de 35 años (Zhang, et al., 2023).

Una alternativa a esta fibra algo más respetuosa es el **algodón orgánico**. Se promociona bastante en India. Exige un cultivo sin ningún tipo de sustancias artificiales; no permite el uso de los clásicos pesticidas, fertilizantes, estimulantes,... consumidos por el algodón convencional; no obstante, sí se tolera el empleo de productos con base “natural”.

Por ejemplo, están prohibidas las semillas de algodón *BT* —modificadas genéticamente y combinadas con genes de la bacteria *Bacillus thuringiensis* para evitar que determinados insectos dañen la planta— pero sí se admite la bacteria *BT* [*Bacillus thuringiensis*], una bacteria presente en el suelo y que genera proteínas Cry y una endotoxina que por su toxicidad evitan a su vez las plagas de algunos insectos (Silva Castro, 2009). Se busca proteger el suelo para mantener el ecosistema. A pesar de que este tipo de cultivo ayuda a que menos insumos acaben en los ríos y afecten a tierras, animales y agricultores y que no se dependa de semillas modificadas genéticamente, sus costes totales de obtención, su menor rendimiento por hectárea y mayores tiempos de producción en comparación con el algodón convencional frenan su expansión (Zhang, et al., 2023).

Así mismo, en ocasiones tras la recolección del algodón, algunas fábricas de manera reiterada practican el fraude de la mezcla: algodón 100% ecológico es combinado con el convencional al que se le ha suministrado pesticidas y abonos químicos. Y, sin embargo, a modo de reclamo leemos en las etiquetas “100% algodón orgánico” o “100% procedente de cultivo orgánico de algodón” (Altemeier, 2011; Gestal y Riaño, 2021).

La industria de la moda rápida, así como grandes casas del mundo de la moda, utiliza cada vez más el uso de algodón orgánico y lo publicita como algo sostenible. Es cierto que, si no se utilizan insecticidas ni fertilizantes, se minimizan las emisiones de gases de efecto invernadero y reducen el riesgo de eutrofización en sistemas acuáticos cercanos, este algodón será más sostenible.

El balance final determina que el algodón orgánico es más sostenible que el convencional, aunque los procesos necesarios para convertirlo en fibras, hilo y piezas de tela siguen siendo muy contaminantes (Altemeier, 2011; Chan, 2019; Zaruma et al., 2018).

En el caso de que prendas de algodón orgánico 100% no hayan sido ni tratadas ni teñidas, estas sí serían biodegradables. En función del tratamiento previo recibido y durante la confección de prendas, el algodón se podría reciclar añadiendo algunos compuestos como líquidos iónicos que reducen la tela a una pasta parecida a la celulosa, similar a la viscosa (Aitex, 2023). Este procedimiento bastante novedoso requiere de más investigación. Todavía se aplica poco y genera también residuos químicos (Aitex, 2023; Chan, 2019).

El reciclaje de algodón más común es el mecánico; su problema es que la calidad de las nuevas fibras siempre será inferior a la del algodón original, por ello que en el momento de volver a hilar esa fibra se precisa de un porcentaje de fibra virgen (Aitex, 2023).

Dentro de las fibras naturales existen buenas alternativas reales al algodón convencional. Una de ellas es el **cáñamo**: un material que paulatinamente adquiere más protagonismo. Se estima que en 2030, la facturación de la fibra de cáñamo textil se incrementará un 400% (Coherent Market Insight, 2024). Esta planta crece a un ritmo más rápido que otras; requiere menos agua —precisa de un 38% menos de volumen y un 84% menos de riegos que el algodón convencional—; triplica por hectárea la producción de fibra y tampoco requiere de pesticidas como el algodón (Wise, et al., 2023). Menos exigente con la calidad del suelo, el cáñamo puede cultivarse en los mismos campos año tras año sin deteriorarlos demasiado y sin requerir periodos de barbecho. Asimismo, de la planta, aparte de la fibra, se obtienen productos: sus aceites se emplean en la industria cosmética y farmacológica.

Como dato adicional, el cáñamo es uno de los tejidos que mejor protegen contra la radiación solar ultravioleta (Ayora, 2016; Sustain Your Style, s.f.). Por último, las fibras obtenidas son más resistentes que las del algodón o el lino: la ropa confeccionada con esta materia es más duradera y menos propensa a la deformación (Malabadi et al., 2023).

1.2. Materiales artificiales

Aunque *a priori* su nombre parecería no guardar relación con el mundo vegetal, la **viscosa** se obtiene originalmente a partir de celulosa. Eso sí, exige un posterior tratamiento de regeneración a base de productos químicos potencialmente contaminantes, sosa cáustica y sulfuro de carbono entre otros. Es un material altamente contaminante que precisa de millones de árboles como materia prima. Si hablamos de las necesidades de agua, se requieren unos 640 litros para producir un kilo de viscosa. El algodón consume alrededor de 10000 litros por kilo de tejido producido. La viscosa requiere un 93,6% menos de agua que el tejido de algodón. (Changing Markets Foundation, 2017; Grossman y Van Dusen, 2012).

En España, las industrias de la celulosa antes de verter las aguas residuales al medio, deben enviarlas a depuradoras para su procesamiento. En cambio, en continentes como Asia, con normativas legales más laxas, al igual que ocurre con el resto de materias primas, las aguas contaminadas con productos químicos son vertidas directamente, sin ningún tipo de tratamiento previo (Altemeier, 2011; Changing Markets Foundation, 2017).

La viscosa, un material rentable, presenta la ventaja de que realizando algunos cambios, se produciría de manera más sostenible y sin perder calidad. Para empezar, basta con emplear árboles no provenientes de bosques ricos en biodiversidad y depurar las aguas contaminadas durante el proceso de obtención de pulpa e hilado. En la actualidad, un 70%

de la producción de viscosa sigue siendo altamente contaminante. La producción tendría un menor impacto medioambiental si se crearan circuitos cerrados de producción, en los que compuestos y aguas contaminadas no se vierten al medio, sino que se depuran y se reutilizan en los procesos de fabricación de viscosa, una vez agotados los ciclos, las aguas se depurarían y verterían al medio de manera controlada y más segura (Changing Markets Foundation, 2017).

A pesar de todo, la viscosa es promocionada como material sostenible y, sin embargo, apenas encontramos productores y fabricantes de viscosa más respetuosos con el medioambiente. En el año 2017, la producción más sostenible apenas representaba un 9% del total de la producción de viscosa (Changing Markets Foundation, 2017).

La viscosa, obtenida a partir de pasta de celulosa, es conocida también como *lyocell* o *Tencel*, una marca comercial. En general se utiliza el término *lyocell* cuando la producción se ha realizado mediante ciclo cerrado, y con un grado de contaminación menor. De todas las fibras de celulosa, el *lyocell* sería la más sostenible (Wang, et al., 2015).

Dependiendo de los tintes empleados o, en su defecto, con su color natural, el *lyocell* debería ser biodegradable. A diferencia de otras fibras más o menos sostenibles, este material no suele requerir planchado, con el consiguiente ahorro de energía y de tiempo. Esta fibra también se conoce como *modal* o *rayón* (Supreme Creations, 2019).

Si seguimos hablando de reciclaje, al algodón se le podría dar nueva vida mediante un proceso polimérico. Las fibras cortas sobrantes tras diversos procesos y convertidas en pasta generan viscosa. Uno de ellos, denominado *SaXcell*, requiere de unos 15 litros de agua para obtener un kilo de pulpa virgen base para la producción de viscosa (Zhang, et al., 2023) o, dicho de otro modo, 42,6 veces menos volumen del necesario para producir viscosa convencional. Asimismo, se evitaría plantar y talar especies de rápido crecimiento, necesarias para producir pasta de celulosa. No obstante, con posterioridad, esa pulpa virgen seguiría requiriendo los químicos previamente mencionados para finalizar sus procesos.

1.3. Materiales de origen animal

La **lana** y la **seda** son materias de procedencia animal. La lana como tal es un buen material, renovable y duradero. Su impacto negativo guarda relación con los métodos de cría de ovejas y los modos de producción en macrogranjas cuya huella por la emisión de gases de efecto invernadero emitidos y los purines —por ejemplo, el NH_3 y CH_4 — es elevada. Además, debemos incluir las emisiones de los cultivos y la correspondiente producción de piensos (Zhang, et al., 2023), por no hablar del maltrato animal que se da a menudo (Almanza, 2020; Sustain Your Style, s.f.). La huella ecológica de las macrogranjas supera a la provocada por el cultivo del algodón (Zhang, et al., 2023).

La utilización de lana sostenible, ecológica, producida por ovejas no estabuladas, alimentadas con forrajes no rociados con pesticidas ni abonos químicos minimizaría el impacto. En este caso hablaríamos de lana de bienestar animal. (Textile Exchange, 2021).

Sin necesidad de producir nueva lana tenemos la lana reciclada: se deshacen por completo prendas en desuso y se reutiliza ese material. Así se ahorraría el agua necesaria tanto para la crianza de animales, como para la producción de pastos y el tratamiento de la materia prima (Material District, 2015).

La industria de la alta costura, *prêt-à-porter* [ropa que se puede adquirir en tiendas de lujo meses después de haber sido presentada] y *ready to wear* [ropa que se puede adquirir en tiendas de lujo nada más ser presentada], cuando hablan de lana, tienen predilección por la variedad cachemir, mucho más suave.

Se obtiene de unas raras cabras de Cachemira —región entre China, Pakistán e India—, las únicas que deben recibir este nombre y no otras variedades de suave vellón. La sobreexplotación de las cabras en algunos lugares y el abaratamiento de costes han provocado la erosión y destrucción del terreno, sobre todo en la zona China. Estas cabras se alimentan de hierba que arrancan de raíz, pisotean el terreno y dificultan su crecimiento. Imágenes de la NASA muestran la evolución de la estepa donde pastan y su destrucción (RumiNews, 2020). En Mongolia, el 70% de la estepa está degradada, en gran parte por estas cabras cuyo número crece para atender la ascendente demanda. Estos animales al igual que las ovejas también son víctimas de mala praxis. En momentos de hambruna y estrés, las cabras llegan a autolesionarse o a comerse el pelaje unas a otras, para evitarlo, algunos productores han empezado a tener granjas extensivas con menor cantidad de animales y mejores prácticas (Lepisto, 2018).

La producción de **seda** también requiere de animales: los gusanos de seda [*Bombyx mori*]. La seda como tal es biodegradable; sin embargo, al igual que en el caso de otros textiles, los tintes empleados en la manufactura hacen que el material deje de ser biodegradable.

La obtención de seda también tiene impacto. Poco antes de que los gusanos salgan del capullo de seda y dañen las fibras del capullo, se ponen a hervir a altas temperaturas las bolitas de seda, matan al animal vivo que se halla dentro y permiten que las fibras de seda se separen (Vartan, 2021).

La obtención de un kilo de fibras de seda requiere de no menos de 5000 gusanos. Al margen de la energía gastada al hervir a los animales y el aire caliente aplicado para secar los capullos, las orugas requieren una temperatura estable bastante cálida. La producción, concentrada principalmente en China y Corea del Norte con temperaturas bastante frías en invierno, eleva bastante el consumo de energía (Vartan, 2021).

Asimismo, la consecución de esta materia precisa de un importante volumen de agua: Los gusanos se alimentan de hojas de morera, que tolera mal las sequías y la escasez de agua. El procesado de las fibras requiere gran caudal de agua y su acondicionamiento precisa de diversos productos químicos que, en los países de mayor producción de seda, contaminan las aguas, devueltas a la naturaleza sin depurar (Astudillo, et al., 2014; Sustain Your Style, s.f.).

En conjunto, la producción de seda no alcanza ni un 2% del mercado textil mundial. Las prendas fabricadas con seda presentan la ventaja de tener mayor durabilidad y una menor frecuencia de lavado (Zhang, et al., 2023).

Por último, también encontramos la denominada “seda salvaje”. Vendría a ser el equivalente a una seda de bienestar animal. El gusano no muere en el proceso y se aplican métodos tradicionales en la obtención de fibras.

En el campo de elaboración de tejidos con intervención o inspiración animal encontramos alternativas innovadoras. Es el caso de la *Microsilk*, que imita la codiciada seda de araña. La *Microsilk* se considera un avance de la bioingeniería: utiliza agua, levadura, azúcar y ADN DNA de araña obtenido mediante técnicas de bioingeniería. Tras estudiar las proteínas de la seda de araña, los investigadores desarrollaron proteínas sintéticas muy similares a las naturales que posteriormente servirían para introducir el DNA en la levadura. Levadura, azúcar y agua fermentada permiten producir una gran cantidad de estas nuevas proteínas; posteriormente, una vez obtenidas se aíslan de la mezcla de levadura y se purifican; finalmente se hilan y se fabrican los tejidos (Bolt Threads, s.f.). De funcionar bien, se abriría un interesante futuro y no solo en el campo de la moda (Vartan, 2021).

La **piel** y el **pelo animal** han sido y son materiales muy controvertidos. De entrada, podrían ser relativamente sostenibles y no requerir apenas de químicos si se usaran “en bruto” —sin teñir—. La crueldad empleada para conseguir el codiciado pelo y la ilegalidad en la que se incurre a menudo colocan estos materiales bajo permanente sospecha y desconfianza.

Por otro lado, dentro de la piel también está el **cuero**. Tanto la cría de animales, como el curtido y los tintes generan un gran impacto medioambiental. El cuero es con toda probabilidad uno de los materiales que más etapas de tratamiento requiere. La piel es necesario curtirla y así obtener un material duradero y funcional. En el proceso completo, la piel pasará por diferentes fases, distintas etapas cuyo tratamiento va variando, aunque tienen en común su notable capacidad de producir residuos bastante contaminantes (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2013).

Para curtir el cuero, hay que completar 6 fases fundamentales consumidoras de gran volumen de agua así como de productos químicos peligrosos para las personas y el

medioambiente tales como lejía, sosa cáustica, derivados del mercurio y otros metales pesados, distintos ácidos en función del tipo de piel, sales, detergentes, etc (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2013).

Existe otra modalidad de curtido, menos contaminante, llevada a cabo con agentes vegetales. Este método es más costoso, se ha podido estimar que el curtido con agentes vegetales costaría alrededor de un 244% más, curtir 190 dm² de manera más contaminante tendría un coste que rondaría los 3,40 USD mientras que empleando licores vegetales el coste ascendería a unos 8,30 USD, además este método es más lento (Proaño y Constante, 2022), por tanto, la industria *fast fashion* no lo pone en práctica. En este caso, las pieles se sumergen en un agente similar a un licor vegetal al que se añade agua, sal, alumbre y taninos. Este método también genera residuos, pero siempre mucho menos tóxicos (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2013).

1.4. Materiales artificiales que imitan piel

Tras haber repasado sucintamente estos procesos y el fuerte impacto que acarrea el tratamiento de la piel, *a priori* podría parecer que materiales como el **piñatex** producido en España —un tipo de cuero vegano, anteriormente conocido como ‘piel sintética’ o *cuerina*, en el que incluso se utilizan desechos de las hojas de la piña en el proceso, de ahí su nombre (Piñatex, 2022)— tendría que ser más sostenible. El problema es común al de otros materiales: en su fabricación, para poder dar ese aspecto similar al cuero, entra en juego el petróleo, se aplican capas de productos derivados de esta materia (como el poliuretano, el PVC) sobre una lámina de tela. Después a este material se le dará el aspecto y la textura del cuero mediante procedimientos mecánicos y se teñirá (Mr Beam Lasers, 2023). Siguiendo procesos semejantes, por ejemplo, a base de fibra de cactus en sustitución a la piña se han fabricado otros materiales.

El *piñatex* se obtiene a partir de fibras de las hojas de la piña, ácido poliláctico y resinas extraídas del petróleo. Como rasgo favorable, este tejido apenas necesita agua en su fabricación; se reduce la generación de aguas residuales y se minimiza el impacto ambiental. (Ecoembes, 2018)

Otra opción sustitutiva del cuero consiste en la vuelta al clásico **poliuretano**, material derivado del petróleo —combustible fósil y no renovable— con un gran impacto al final de su ciclo de vida (Williams, et al., 2022). Ahora se está empezando a utilizar el *ECO TPU* —poliuretano termoplástico ecológico— ligeramente más sostenible pues en general se obtiene de materias como aceites de ricino, de oliva o de colza (Zhao, et al., 2020). No obstante, una vez se deterioran se generan microplásticos que, una vez desechados, en su mayoría acaban diseminados y tardan mucho tiempo en degradarse.

Siguiendo en esta línea, cabe mencionar que a partir de champiñones y hongos ya se están fabricando **cueros veganos** de una alta resistencia (Mycoworks, 2024). Sin embargo, estos nuevos materiales en su elaboración también precisan de productos derivados del petróleo. Este último material a base de hongos tan solo emplearía un 1% de material polimérico, por lo que el producto final se podría considerar biodegradable y su degradación se consideraría segura. Si lo comparamos con el cuero auténtico, su huella de carbono equivaldría al 8% del cuero tradicional y rondaría los 3 kilos equivalentes de CO₂ por cada m² de material (Williams et al., 2022). Más allá del optimismo actual, se deben realizar nuevos estudios independientes de estos materiales, pues, al haber sido todos los análisis y estudios realizados por personal que trabaja para la empresa productora podrían darse conflictos de intereses. Si realmente se esclareciesen las dudas y se demostrase de verdad su valía, podríamos estar hablando del primer gran sustituto del cuero.

A pesar de que el curtido del cuero tradicional genera importantes cantidades de residuos, sigue siendo un material que no se degrada en forma de macroplásticos y microplásticos. Es muy duradero y los artículos convenientemente cuidados pueden pasar de generación en generación. Además, es posible reutilizarlo y elaborar artículos a partir de piezas sobrantes o desechadas; incluso triturado, reducido a polvo y mezclado con látex u otras resinas naturales extenderse y obtener planchas de material que una vez texturizadas adquieren apariencia de pieles clásicas o inclusive de pieles exóticas que pueden ser tintadas. Este nuevo material, denominado 'cuero regenerado', posee una alta resistencia, inferior, eso sí, a la del cuero convencional (Dreesmann, 2023).

1.5. Materiales sintéticos

Aunque existen decenas de nuevos materiales, el último material de este apartado es de uso tan extendido que no podemos prescindir de él. Hablamos del **poliéster**: más del 50% de la ropa vendida hoy día está fabricada con este material. (Textile Exchange, 2023)

En pocas palabras: el poliéster es una fibra artificial fabricada a partir de derivados del petróleo, materia prima que desde su extracción contamina en todas sus fases. Este es, desde luego, un grave problema: no es biodegradable, por lo que decenas de miles de toneladas de residuos generados acaban colmatando los vertederos.

Un equipo de la universidad de Plymouth ha podido determinar que en sucesivos lavados de cada prenda confeccionada con ese material —los investigadores utilizaron jerséis y chaquetas en su investigación— cerca de quinientas mil minúsculas partículas se desprenden, viajan en el agua y acaban integrándose de alguna manera en la cadena trófica. Este valor, a pesar de todo, es menor al que desprenden los tejidos acrílicos. A su

vez, este volumen de partículas podría reducirse alrededor de 3,5 veces si en la elaboración de estos mismos textiles se incorporara una mezcla de algodón (Hartline, et al., 2016).

Esto mismo ocurre con otras fibras sintéticas como la poliamida o el acrílico, también provenientes de derivados de petróleo. Las microfibras que se desprenden en el primer lavado son en todos los casos muchas más.

Una empresa valenciana junto con una importante compañía textil ha creado el *Air Fiber Washer*, similar a una lavadora de aire que recogería las fibras del primer lavado que recolectadas y recicladas se incorporarían de nuevo a la producción de la materia prima (*Air Fiber washer de Inditex y Jeanología, 2023*). En este primer lavado, por cada kilogramo de prendas de ropa sintética tratada con ese sistema, se recolectarían 0,25 gramos de microfibras sintéticas.

Por ser más sostenible, al menos en la fabricación y en la reducción de ciertos residuos —ya que, como hemos mencionado, no es un material biodegradable— se usa cada vez más el llamado **poliéster reciclado**. Reutilizando botellas PET —tereftalato de polietileno— y material desechado —retales textiles rechazados en las fábricas y piezas de este material ya usadas— se obtiene poliéster reciclado y se ahorran derivados de petróleo necesarios para su producción. Así, las emisiones de CO₂ se reducirían un 75% y se generarían menos residuos por el ahorro de combustibles fósiles. Los problemas derivados del abandono en vertederos de esos retales descartados y de esas prendas sintéticas desusadas se mantendrían (Ecoembes, 2020) ya que no son biodegradables, tal y como ocurre con la gran mayoría de prendas, sin embargo este final, el abandono en vertederos, se retrasaría.

Una muy reciente tecnología para producir poliéster sin depender de los combustibles fósiles parte de las emisiones de CO₂. Mediante técnicas de química molecular y con productos químicos y catalizadores se puede captar emisiones y transformarlas en bolitas de poliéster en bruto que posteriormente se hilan para producir las fibras con un impacto reducido. La producción de este material precisa de productos químicos con los que se obtiene la copolimerización de una valerolactona que deriva de CO₂ y 1,3-Butadieno, EVL (3-Etiliden-6-viniltetrahidro-2H-piran-2-ona), con CL (ε-Caprolactona) para preparar poliésteres (Chen et al., 2022).

Mediante estas reacciones se obtiene PCL —una variedad de poliéster alifático— y EVL. Este tipo de poliéster en esta fase todavía no es funcional para producir tejidos, se precisa de una transesterificación en la que los compuestos de EVL se inserten en los de PCL. Así se terminaría obteniendo un material de tipo poliéster elástico, posiblemente muy similar al elastano que se incorpora en tantas prendas de ropa (Chen et al., 2022). Si bien es verdad que no se eliminan las microfibras y que se emplean compuestos derivados de la destilación

de petróleo —olefinas—, obtendríamos un material base para fabricar prendas reduciendo contaminación y explotando menos recursos fósiles.

Para concluir con este repaso a los materiales y el impacto que producen, uno de los grandes imperios de la moda *fast fashion* en el año 2020 reconoció haber consumido en la fabricación de fibras sintéticas la cantidad de 151239 toneladas de petróleo (Mareca, 2021). En el mundo anualmente se consumen más de 5 mil millones de toneladas de petróleo. La producción de textiles supone alrededor de 1,35% del consumo global (Mareca, 2021). Aunque en cifras absolutas la cantidad de petróleo empleado en la fabricación textil parece alta, en cifras relativas, estableciendo la comparativa con el consumo global, no lo es tanto.

2. Tintes

Una vez repasados los principales materiales, el siguiente apartado es el tintado, la coloración de las prendas, un aspecto fundamental al que los consumidores prestan bastante atención. A menudo se da mayor importancia al color, al aspecto general de la prenda que al material con que ha sido confeccionada.

Existen muchos tipos de tintes sintéticos. Se estima que su creciente consumo anual supera con creces las setecientas mil toneladas en la industria textil (Zaruma, et al., 2018).

El coste inferior de colorantes sintéticos, nada respetuosos con el medioambiente, frena la fabricación de otros menos contaminantes.

El uso de unos u otros colorantes viene marcado por el tipo de material que deseemos teñir. Los más empleados son los azoicos, que contienen nitrógeno. La concentración de nitrógeno en el agua conduce a la eutrofización. Además, los compuestos azoicos son potencialmente mutagénicos y carcinogénicos (Zaruma, et al., 2018).

En función del tejido será preciso añadir otras sustancias para que el color penetre bien en la fibra y se fije mejor, sustancias que en muchos países, junto con el tinte sobrante, acaban en las aguas residuales. Aunque disponemos de tecnologías de depuración de aguas para poder devolverlas al medio con más seguridad, muy a menudo no se aplican, dada la laxitud legal de determinados países. Las sustancias que se precisan añadir y las condiciones especiales, en función del tipo de tejido se presentan en la siguiente tabla (Tabla 1).

Tabla 1. Sustancias agregadas y/o condiciones especiales, en función del tipo de material (Zaruma, et al., 2018). Elaboración propia.

<i>Material</i>	<i>Sustancias agregadas y / o condiciones especiales</i>
Lana	Sustancias ácidas, sales de cromo o hidrosulfito de sodio.
Seda	Sustancias ácidas, básicas o reactivos que alteran el pH y la temperatura.
Nylon	Sustancias ácidas, básicas, reactivos que alteran el PH y la temperatura o también puede añadirse directamente el tinte sin elementos adicionales.
Piel	Sustancias ácidas, sales de cromo o ninguna adición y una aplicación directa del tinte.
Poliéster	Sustancias básicas que podemos sustituir aplicando elevadas temperaturas y mucha presión en el baño de tintura.
Algodón	Pueden teñirse directamente sin sustancias extra. A veces es necesario agregar sales de cromo, azufre o hidrosulfito de sodio.
Rayón	Pueden ser tintados directamente sin sustancias extra. En ocasiones es necesario agregar sales de cromo, azufre o hidrosulfito de sodio.
Poliamida	Solo necesita la aplicación de presión y altas temperaturas en el momento del baño.

Las prendas de algodón son las que exigen más litros de agua en su tintado frente a otros tejidos (Zhang, et al., 2023). En la actualidad se obtienen algodones de color que no requieren tintura. Sus tonos tan sutiles no suelen atraer demasiado a los potenciales compradores que se decantan por tonalidades más enérgicas.

Por regla general, el tintado de todo tipo de fibras exige un elevado volumen de agua que queda muy contaminada una vez terminados los procesos. Aproximadamente, cada kilo de textil requiere unos 200 litros de agua. Esta solución tras el proceso de la coloración es desechada con restos de tinte y de sustancias agregadas: en la poliamida, entre un 5% y un 10% no quedará fijado a la prenda; alrededor de un 10% puede no adherirse al poliéster y entre un 5% y un 50% —dependiendo del proceso de tintura— no permanecerá fijado en fibras derivadas de la celulosa. En ocasiones, el tinte se agrega sin una medición muy precisa pues se persigue que el exceso ‘asegure’ una mayor penetración de la tintura. Una vez saturadas, las fibras no retendrán más color con el consiguiente efecto contaminante en las aguas sobrantes (Zaruma, et al., 2018).

La concentración de tinturas en las aguas residuales oscila entre las cien y las quinientas ppm: los tintes se suelen clasificar como productos recalcitrantes, es decir, preparados muy estables en su estado que se resisten a cualquier mecanismo de degradación, y podrían acabar acumulándose en los seres vivos.

En algunos casos, los trabajadores tampoco disponen de equipos de protección y, por supuesto, a menudo hay escaso control de los residuos (Zaruma, et al., 2018).

En el campo de la depuración de aguas se han verificado efectos positivos empleando procesos de oxidación avanzada: técnicas que implican al reactivo de *Fenton*, ozonación, oxidación fotoquímica y electroquímica. Sin alterar ni la presión ni la temperatura, se lleva a cabo una oxidación hasta lograr la mineralización de los contaminantes. Obviamente, el resultado sigue siendo un residuo, pero se devuelve de manera segura al medio. La técnica se combina también con radiación ultravioleta y se realiza fotólisis y fotocátalisis, o se usa peróxido de hidrógeno y hierro. No obstante, ya hemos mencionado más arriba, este procedimiento, dependiendo de dónde se realice el tintado, no se suele aplicar de manera habitual (Zaruma, et al., 2018).

En la actualidad disponemos de tintes algo más respetuosos —principalmente minerales— distinguidos por algunas certificaciones, como la GOTS [*Global Organic Textile Standard*], la más conocida en el ámbito textil. Esta certificación admite, sin embargo, la presencia de algunos productos tóxicos. Es posible obtener esta certificación con tintes que presenten concentraciones de ppm de cadmio, cobre, etc (GmbH, 2023).

Una empresa ha ideado un método de tintado que no contamina tanto el agua. Sus tintes naturales, provenientes de minerales, implican siempre un cierto impacto aunque carezcan de determinados compuestos tóxicos tal como indican análisis llevados a cabo y que no hallaron trazas de compuestos como las arilaminas presentes en los colorantes azoicos, formaldehído, ftalatos, y metales pesados entre otros (Felices, 2021).

Estos nuevos tintes para adherirse a las prendas no se disuelven en el agua, basta con aplicar un mordiente de tipo natural, como el alumbre potásico, para que los colores se unan al textil que se introduce a continuación en una máquina con algo de agua y los colorantes. Aquella fracción que no se incorpore a la prenda precipita en la máquina y se puede reutilizar. Las aguas, al mantenerse limpias, también se reutilizan. Tras cada proceso de tintado se recupera el 40% de las aguas para el siguiente proceso que podría volver a utilizarse unas cien veces. Cada proceso permite teñir hasta 300 piezas (Pérez, 2023).

Esta técnica de cara a los clientes presenta una limitación: el tipo de tintura consigue tonalidades suaves. Colores como negros muy intensos, o el azul de las prendas vaqueras no son posibles, tampoco el resto de tonos fuertes o chillones (Pérez, 2023).

Si hablamos de los costes de esta técnica, el material, la confección y la tintura de una camiseta ascendía en 2023 a una cifra próxima a los 20 euros (Pérez, 2023). Ese mismo año podríamos haber adquirido en una tienda *fast fashion* seis camisetas por ese precio.

3. Confección y manufactura

Una vez las piezas textiles ya están preparadas empieza la tarea de confección. Los procesos —cortar, coser, planchar— requieren de energía. Confeccionar anualmente más de cien mil millones de prendas y distribuirlas al mercado exige, además del esfuerzo humano, un alto consumo de energía.

Calcular en este caso las necesidades de energía es muy complicado pues lo habitual es que los datos aproximados de consumo no estén disponibles. Solo se podrían ofrecer algunas estimaciones a partir de imágenes tomadas en fábricas que producen para marcas de *fast fashion*.

Pondremos únicamente algún ejemplo sencillo con los pocos datos de que se disponen y cruzándolos a su vez. Según se podía apreciar en una fotografía tomada en una fábrica de India (Público, 2021), se reconocen máquinas de coser de la marca *Siruba* —fabricante de máquinas de uso industrial usadas para muy diversos textiles—. El modelo *Siruba 720* consume 550 W (Máquinas de Confección, s.f.). Uno de los grandes imperios *fast fashion* mantiene solo en India más de 150 plantas de confección (Huguet, 2016).

Observando algunas imágenes, podríamos estimar que cada planta, remalladoras o tejedoras aparte y en las que no nos fijamos en este momento, habría —en bastantes casos la cifra real suele ser mayor— alrededor de 100 máquinas de coser por planta, por lo que esta empresa en India dispondría de más de 15000 máquinas (Huguet, 2016).

Las personas trabajadoras desarrollan jornadas laborales que suelen prolongarse 12 horas seis o siete días por semana durante el año (Meseguer, 2018), por lo que, si esas máquinas funcionan una media de 10 horas al día durante los 7 días de la semana, el consumo anual de energía de estas máquinas de coser supera los treinta gigavatios-hora. Este dato lo podríamos convertir a toneladas equivalente de petróleo —1 TEP se corresponde con 11630 kWh— para obtener esa energía. Aproximadamente, 86 toneladas de petróleo son necesarias para producir un gigavatio-hora, por lo que solo para satisfacer el consumo de esas 15 mil máquinas durante un año serían necesarias unas 2600 toneladas de petróleo.

Si multiplicáramos las cifras por el número de fábricas de confección y estas por el número de máquinas industriales —cortadoras, estampadoras, de costura— cuyas potencias oscilan entre 500 y 1000 vatios, si sumamos las luminarias y sistemas de calefacción y refrigeración cuando los haya, se tendría aproximadamente el volumen y coste de la energía —en gran medida de origen fósil— necesaria para este ciclo de la producción.

Una apuesta decidida por energías renovables, con una disponibilidad, en ocasiones, aún limitada, una renovación de la maquinaria necesaria, una luminaria más eficiente y un mejor acondicionamiento de las instalaciones fabriles mejorarían notablemente el impacto de la

energía necesaria para producir lo mismo (Zhang, et al., 2023). Si, además, redujéramos la cantidad de prendas producidas, el ahorro sería mayor: las 150 factorías citadas al principio 'solo' producen anualmente algo más de 45 millones de piezas (Huguet, 2016).

Una vez acabado el proceso de confección, habrá prendas que después de ser planchadas —fase en la que se desprenden residuos de los propios tejidos y que afectan a la salud— ya estarán listas para su etiquetado, empaquetado y distribución.

Otras piezas recibirán tratamientos adicionales antes de estas etapas finales. Se aplican procedimientos como es el envejecido artificial en ropa vaquera. Por fortuna, se ha suprimido el tratamiento de la tela con arena de cuarzo que afectaba a los pulmones de las personas trabajadoras; sin embargo, se siguen utilizando en este ciclo productos químicos nocivos para el medio y los trabajadores. Algunas prendas incorporan estampados adhesivos: estos desprenden sustancias —pegamento— que pueden provocar afecciones respiratorias (Altemeier, 2011).

En los últimos años, algunas empresas han sustituido los métodos más perjudiciales de envejecimiento de pantalones vaqueros por tecnología láser desarrollada por *Jeanologia*, la misma empresa valenciana que ha creado el *Air Fiber Washer*. En menos de un minuto se pueden envejecer las prendas de tonos oscuros sin aplicar técnicas peligrosas ni materiales o químicos perjudiciales (Jeanologia, s.f.). Es cierto que esas máquinas industriales consumen bastante energía, pero los beneficios son evidentes. Si la empresa levantina se abasteciera de energía renovable, esta tecnología sería muy adecuada. A su vez, toda la estampación plástica podría sustituirse sin emplear hilaturas sintéticas por los clásicos y tradicionales bordados que son más duraderos y no desprenden microplásticos.

4. Logística

El siguiente paso es la distribución: esta se hace a gran escala. Casi todo viaja miles de kilómetros desde los países de producción a los centros logísticos que a su vez expedirán las prendas a centenares de miles de tiendas y puntos de venta de los imperios *fast fashion*, de tiendas *ready to wear* y *boutiques de prêt-à-porter*. Por lo general, los tejidos y las piezas destinadas a la alta costura se traen hasta los ateliers para su directa confección en exclusivos talleres (Hope, 2017). Desde la pandemia sanitaria, junto con el auge de las empresas de *ultra fast fashion*, el comercio electrónico se ha asentado con fuerza: millones de prendas desde los centros logísticos viajan directamente a los hogares de los consumidores (Kantar, 2023). Las empresas *ultra fast fashion* envían unas 10 mil toneladas de productos cada 24 horas, equivalentes a 108 aviones *Boeing 777* diarios destinados a carga (Juárez, 2024).

Si a todas las prendas que hay en circulación en el mundo les sumamos las que atesoramos —amontonamos— en nuestros armarios, no podemos hablar en modo alguno de sostenibilidad, ni de ropa sostenible o razonablemente respetuosa con el medioambiente, ni de hábitos sostenibles.

Según las prospecciones de *The British Fashion Council*, aunque se paralizara la industria textil, tendríamos suficiente para mucho tiempo —se habla incluso de hasta seis generaciones— dada la ingente cantidad de ropa (Bristol City Council, 2023). El dato da una cierta medida del problema, del exceso textil cuantificable en bastantes millones de toneladas. La industria textil prosigue su producción: en este momento casi doce millones de unidades cada hora (World Economic Forum, 2020).

5. Otros modelos de negocio

La **ropa de segunda mano** abre una nueva perspectiva, un mundo para muchos tal vez no fascinante pero sí muy atractivo y probablemente, una vez bien desarrollado, muy eficiente. En las tiendas de este circuito encontramos todo tipo de prendas que pueden tener mucha vida por delante: reutilizar lo que ya se ha producido, prolongar su vida útil sin consumir producto nuevo, agotar su vida material antes de ser finalmente desechado en un contenedor adecuado es una opción excelente. Un estudio del *Instituto de Investigación Textil y Cooperación Industrial de Terrassa*, de la *Universidad Politécnica de Cataluña* ha determinado que la reutilización de un kilo de ropa ya existente ahorraría alrededor de 25 kg de CO₂. También estiman que si se duplicase el uso de las prendas —siendo realistas, podrían utilizarse bastante más—, el ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero superaría el 40%. Otro estudio, en este caso británico, mostraba que un aumento en las ventas de prendas de segunda mano del 10% —cifra muy modesta— reduciría las emisiones de carbono un 3% y el consumo de agua un 4% (Anthesis Lavola e INTERTEX, 2021). Un incremento importante del volumen de negocio en este nicho reduciría notablemente los vertidos de insumos agrícolas, el consumo de tintes, el despilfarro de combustibles fósiles y reduciría el volumen de prendas textiles que acaban colmatando los vertederos. También se reduciría el consumo de otras materias primas así como de energía.

En diciembre de 2018 en la *COP24* celebrada en Katowice (Polonia), grandes empresas *fast fashion*, casas de lujo y marcas de *slow fashion* [por oposición a la moda rápida, busca crear prendas atemporales y duraderas] firmaron el acuerdo *Fashion Industry Charter for Climate Action*.

Se comprometieron a frenar el impacto que genera la industria textil relacionado con los gases de efecto invernadero (United Nations, 2018). Aunque se centraban en las emisiones —cultivo, fabricación, confección y distribución—, también abordaban la necesidad de concienciar a los consumidores (Europa Press, 2018; United Nations, 2018).

En esa *carta*, las asociaciones y compañías firmantes se comprometían a apoyar los compromisos del *Acuerdo de París*: reducir un 30% las emisiones de gases de efecto invernadero que provoca la industria textil; se responsabilizaban del análisis y la promoción de protocolos basados en la ciencia que ayuden a descarbonizar la industria textil; asumían la necesidad de transparencia; se implicaban en la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero; se obligaban a sentarse con expertos para elaborar estrategias de sostenibilidad; se involucraban en la priorización de la logística más sostenible; apoyaban los cambios hacia modelos circulares y amparaban el diálogo con los consumidores para concienciarlos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero de la industria textil así como de los problemas derivados del abandono de las prendas una vez decretamos su abandono y anunciaban con ello un cambio de hábitos de consumo que redujera el impacto ambiental y alargara la vida útil de los productos textiles, etc.

También hablaban de buscar apoyos en el sector financiero para encontrar soluciones económicas a todos estos retos del sector: nuevas estrategias y leyes que potencien acciones a favor del clima y el medioambiente. Señalaban la importancia de la comunicación, así como de la labor de las Naciones Unidas (United Nations, 2018). Esta *carta* fue firmada tanto por algunas empresas *fast fashion* y grandes casas de moda, como por asociaciones y ONGs que apoyan mejores prácticas.

No disponemos de datos de seguimiento de la mayoría de las acciones comprometidas. Las emisiones de gases de efecto invernadero no han dejado de disminuir, para 2030 se ha previsto que estas sean un 30% mayores que las actuales. La consultora estratégica global *McKinsey* ha estimado que la mayoría de las empresas textiles podrían llegar a reducir sensiblemente sus emisiones de gases de efecto invernadero si tan solo redujeran sus ventas un 2% (Janmark et al., 2024).

La imprescindible participación de los compradores abre una perspectiva interesante. Habitualmente apenas se ha tratado de involucrar al consumidor, como si el hecho de comprar fuera inocuo. Los consumidores deberían conocer en qué condiciones se producen las prendas que adquieren. Asimismo, los compradores no debieran ignorar qué se hace con la ropa usada que en el mejor de los casos ellos mismos depositan en la propia tienda *fast fashion* a cambio de algún pequeño descuento o en un contenedor callejero pensando que ayudará a personas desfavorecidas.

Gracias a dispositivos *GPS* instalados por *Greenpeace* en 29 piezas consignadas en contenedores de ropa de once distintas ciudades de España entre agosto y septiembre del año 2023 sabemos que, frente a la idea que teníamos del reaprovechamiento de las prendas donadas, muchas veces a espaldas de nuestra altruista donación acaban en vertederos colmatados de África, Asia y Sudamérica, continentes que ni desean ni necesitan en muchos casos esa ropa (*Greenpeace*, 2023).

Aquí, de cada ocho piezas que depositamos en los contenedores de textiles casi una recibe una nueva vida y más de siete acaban en vertederos. Con una manipulación adecuada se estima que de esas ocho prendas cinco serían aptas para el disfrute de nueva vida; las tres sobrantes en función del material podrían reciclarse mecánica o químicamente (*Anthesis, Lavola, INTERTEX*, 2021).

Para llegar a los consumidores, diversas organizaciones llevan a cabo labores de concienciación. Por el peso que tienen en el mundo podemos destacar dos de ellas: por un lado, la *Fundación Ellen MacArthur* (<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>) con un enfoque más sobrio y profesional centrada en la economía circular y, por otro, *Fashion Revolution* (<https://www.fashionrevolution.org/>) una organización que busca “incomodar la moda”. Nacida a raíz del accidente ocurrido en una fábrica textil de Bangladesh, se dedica a realizar grandes acciones colectivas y campañas que muestren y conciencien a la población sobre quién y cómo se hacen las prendas que vestimos a través de campañas como *Who Made My Clothes*. En el ámbito nacional se encuentra *Slow Fashion Next* (<https://slowfashionnext.com/>). Busca crear conciencia medioambiental y social en el sector textil; organiza jornadas de moda sostenible junto a Fernando Valladares, por ejemplo, entre otros. En el entorno local disponemos de *SETEM* (<https://www.setem.org/>), con sedes también en otras ciudades de España. Cada año dedica el mes de abril a la concienciación con diversos talleres sobre moda. Estos son solo unos pocos ejemplos de organizaciones existentes en el mundo que buscan posibilitar cambios.

Por otro lado, a nivel nacional, instituciones públicas como el Ministerio de Consumo, lanzó a finales del año 2022 la campaña *Presume de armario sostenible* para concienciar acerca del impacto ambiental que tiene la moda rápida (*Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030*, 2022). En el País Vasco, *KontsumoBIDE* —Instituto Vasco de Consumo— ha dedicado a la materia textil y la sostenibilidad varias entradas en su blog, adicionalmente ha elaborado materiales para ser usados en talleres durante la Educación Secundaria Obligatoria, haciendo referencia a las etiquetas, para ayudar a entenderlas así conocer mejor qué se compra (*KontsumoBIDE*, s.f.).

6. Conclusión

Tras haber repasado brevemente esta industria, está muy claro que, dentro de las dificultades en un ámbito tan peculiar como es el de la moda, existen opciones más sostenibles en todas las fases de la cadena. Disponemos de mejores formas de cultivo, y sistemas de regadío como hemos visto en el caso del algodón, y podemos apostar por los cultivos orgánicos. Tenemos materias primas como el cáñamo con mucho potencial, dado su rápido crecimiento y sus bajos requerimientos de agua e insumos agrícolas. Las fibras animales pueden ser reutilizadas y producidas con criterios de bienestar animal. Con la ayuda de la bioingeniería es posible producir nuevos y versátiles materiales con un menor impacto ambiental en sustitución de materiales de origen animal como la seda y el cuero. Sabemos que, en algunos casos, es factible el reciclado y la regeneración de materiales tanto mecánica como químicamente. Las tinturas pueden ser menos dañinas. Las técnicas de curtido con agentes vegetales reducen los graves efectos de los procedimientos tradicionales. El uso de maquinaria para los acabados de prendas vaqueras reduce las afecciones pulmonares provocadas por técnicas habituales por medio de arenas de cuarzo. Una decidida apuesta por la tecnología también puede evitar que millones de microfibras lleguen al medio a través de las aguas residuales y la vuelta de ese residuo a la cadena de producción como materia prima. Sabemos que la apuesta por energías renovables y la renovación de los procesos en el ámbito de la confección y la distribución reducen el consumo de energías fósiles.

Dentro de esta industria existen alternativas más sostenibles que requieren, eso sí, de inversiones financieras. Alternativas que pueden implantarse paulatinamente para no afectar notablemente a todo este complejo entramado del que dependen tantos millones de personas no solo en países tan poco favorecidos por la globalización. Alternativas que no solucionan los problemas a los que nos enfrentamos pero que moderarían algo sus efectos sociales y medioambientales.

Debemos frenar tanto la hiperproducción, como el hiperconsumo —las dos caras del mismo problema que se retroalimentan mutuamente— e involucrar a los consumidores —parte del problema y también parte de la solución— si queremos cambios reales.

Se hace insoslayable una industria que opere bajo criterios de triple sostenibilidad —ambiental, social y económica—, que reduzca el consumo y priorice la *segunda mano* pues como gráficamente dice el eslogan de una plataforma de compraventa de artículos: *Lo hecho, hecho está*. (Revuelta, 2023).

7. Referencias bibliográficas

- Aitex. (2023). CHEMUP II. *Reciclado químico de residuos textiles*. (Informe de resultados). Disponible en: https://www.aitex.es/wp-content/uploads/2023/02/CHEMUP-II_informe_resultados_GVA_publico.pdf
- Almanza, F. (22 de octubre 2020). *Las verdaderas "fashion victims": crueldad animal en la ropa de piel animal y decadencia en su uso*. Conexión ambiental; Edera. Disponible en: <https://conexionambiental.pe/las-verdaderas-fashion-victims-crueldad-animal-en-la-ropa-de-piel-animal-y-decadencia-en-su-uso/>
- Altemeier, I. (Director). (2011). *Schick aber schädlich*. [Víctimas de la moda] [Documental]. Producción Altemeier & Hornung Filmproduktion.
- Anthesis Lavola e INTERTEX. (2021). Análisis de la recogida de la ropa usada en España. *Moda-re*. Disponible en: <https://modare.org/wp-content/uploads/Analisis-de-la-recogida-de-la-ropa-usada-en-Espana.pdf>
- Astudillo, M. F., Thalwitz, G. y Vollrath, F. (2014). Life cycle assessment of Indian silk, *Journal of Cleaner Production*. Volume 81. Páginas 158-167.
- Ayora, A. (12 de septiembre 2016). *Tejidos inteligentes: La tecnología detrás de las prendas*. Desnivel.com. Disponible en: <https://www.desnivel.com/material/material-noticias/tejidos-inteligentes-la-tecnologia-detras-de-las-prendas/>
- Bajaj, N. (11 de julio 2023). *What is Ultra Fast-Fashion? And How Can We Avoid It?*. Thecommons.Earth. Disponible en: <https://www.thecommons.earth/blog/ultra-fast-fashion>
- Blanco, P. R. (16 de febrero 2023). *La cara B de la adicción a la moda rápida: toneladas de ropa vieja en vertederos africanos*. Ediciones EL PAÍS S.L. Disponible en: <https://elpais.com/planeta-futuro/2023-02-16/la-cara-b-de-la-adicion-a-la-moda-rapida-toneladas-de-ropa-vieja-en-vertederos-africanos.html>
- Bolt Threads. (11 de abril 2018). *Microsilks™ | Vegan Silk Inspired by Spider Silk*. Boltthreads.com. Recuperado el 6 de mayo de 2024, de: <https://boltthreads.com/technology/microsilks/>
- Bristol City Council. (2023). *Being sustainable never goes out of style*. Bristol City Council. Disponible en: <https://news.bristol.gov.uk/press-releases/4ceaf94d-129d-4316-9ec2-82a3b7ada766/being-sustainable-never-goes-out-of-style>
- Cadenas, L. (19 de enero 2023). *El número de prendas que debes tener para un armario eficiente*. Telva. Disponible en: <https://www.telva.com/moda/2023/01/19/63c80fb701a2f18b138b459e.html>
- Chan, E. (24 de noviembre 2019). *¿Es realmente sostenible el algodón orgánico?*. Vogue España. Disponible en: <https://www.vogue.es/moda/articulos/algodon-organico-sostenible-cuanta-agua-consume>

- Changing Markets Foundation. (2017). *Dirty Fashion. How pollution in the global textiles supply chain is making viscose toxic*. Changingmarkets.org. Disponible en: https://changingmarkets.org/wp-content/uploads/2023/10/CHANGING_MARKETS_DIRTY_FASHION_REPORT_SPREAD_WEB.pdf
- Chen, K., Zhu, Z., Bai, T., Mei, Y., Shen, T., Ling, J., y Ni, X. (2022). A Topology-Defined Polyester Elastomer from CO₂ and 1, 3-Butadiene: A One-Pot-One-Step “Scrambling Polymerizations” Strategy. *Angewandte Chemie International Edition*, 61(46), e202213028.
- Cobbing, M., Daaji, S., Kopp, M., y Wohlgemuth, V. (2022). *Poisoned gifts from donations to the dumpsite: Textiles waste disguised as second-hand clothes exported to East Africa*. Disponible en: <https://www.greenpeace.org/static/planet4-international-stateless/2022/04/9f50d3de-greenpeace-germany-poisoned-fast-fashion-briefing-factsheet-april-2022.pdf>
- Coherent Market Insight. (2024). *Hemp Fiber Market size & share analysis-industry research report-growth trends [Data set]*. Disponible en: <https://www.coherentmarketinsights.com/industry-reports/hemp-fiber-market>
- countrymeters.info. (s. f.). *Estadísticas en tiempo real - Población mundial*. countrymeters.info. Disponible en: <https://countrymeters.info/es/World>
- Dreesmann, M. (2 de julio 2023). *Cuero regenerado: Calidad, durabilidad e impacto ecológico examinados*. Manuel-dreesmann. Disponible en: <https://www.manuel-dreesmann.com/es/blogs/information/bonded-leather-quality-durability-and-eco-impact-examined>
- Ecoembes. (13 de junio 2018). *Piñatex: El cuero vegetal que se hace con piña*. Ecoembes. Disponible en: <https://ecoembesdudasreciclaje.es/pinatex-el-cuero-vegetal-que-se-hace-con-pina/>
- Ecoembes. (23 de octubre 2020). *Cómo se fabrica el poliéster reciclado*. Ecoembes. Disponible en: <https://ecoembesdudasreciclaje.es/poliester-reciclado/>
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *A new textiles economy: Redesigning fashion's future*. Ellen MacArthur Foundation. Disponible en: https://emf.thirdlight.com/file/24/uiwtaHvud8YIG_uiSTauTIJH74/A%20New%20Textiles%20Economy%3A%20Redesigning%20fashion%E2%80%99s%20future.pdf
- Europa Press. (10 de diciembre 2018). *Más de 40 multinacionales de la moda como Inditex, H&M o Gap se comprometen a lograr emisiones cero en 2050*. Europa Press. Disponible en: <https://www.europapress.es/economia/noticia-mas-40-multinacionales-moda-inditex-hm-gap-comprometen-lograr-emisiones-cero-2050-20181210171257.html>
- Felices, C., (2021). *Test Report (21-004866)*. Análisis de laboratorio. Amslab.
- Fundéu (s.f.). *Moda rápida o pronta, mejor que fast fashion*. Fundeu.es. Disponible en: <https://www.fundeu.es/recomendacion/moda-pronta-mejor-que-fast-fashion/>

- Galve, L. (29 de septiembre 2023). *Revolución sostenible a golpe de ley en el sector textil*. Red 2030. Disponible en: <https://red2030.com/revolucion-sostenible-a-golpe-de-ley-en-el-sector-textil/>
- Gestal, I. P., y Riaño, P. (9 de abril 2021). *La trampa del algodón orgánico*. modaes.es. Disponible en: <https://www.modaes.es/entorno/la-trampa-del-algodon-organico.html>
- GmbH (2023) *Manual For The Implementation Of GOTS. Version 7.1. Based On The Global Organic Textile Standard (GOTS)*. Disponible en: https://global-standard.org/images/resource-library/documents/standard-and-manual/Manual_for_the_Implementation_of_GOTS_Version_7.1_signed2.pdf
- Grasser, C., Salerno R. y Soth, J. (mayo 1999). *The Impact of Cotton on Fresh Water Resources and Ecosystems. A Preliminary Synthesis*. WWF. Disponible en: https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/impact_long.pdf
- Greenpeace. (2023). *Siguiendo la pista a 29 prendas de ropa*. Greenpeace España. <https://es.greenpeace.org/es/en-profundidad/una-segunda-vida-para-tu-ropa/siguiendo-la-pista-a-29-prendas-de-ropa/>
- Grossman, P. y Van Dusen, L. A. (2 de marzo 2012). *Eucalyptus fiber by any other name*. OEcotextiles. Disponible en: <https://oecotextiles.blog/2012/03/02/eucalyptus-fiber-by-any-other-name/>
- Hartline, N.L., Bruce, N.J., Karba S.N., Ruff, E.O., Sonar, S.U., y Holden, P.A. (2016). *Microfiber Masses Recovered from Conventional Machine Washing of New or Aged Garments. Environmental Science & Technology*. Vol. 50. No.21. Pp.11532-11538
- Hope, K. (26 marzo 2017). *¿Ha estado tu ropa en más países que tu?*. BBC News disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39352062>
- Huguet, C. (24 de enero 2016). *Así son las fábricas que cosen para Inditex en India. Economía digital*. Disponible en: https://www.economiadigital.es/empresas/asi-son-las-fabricas-que-cosen-para-inditex-en-india_181243_102.html
- Janmark, J., Magnus, K.-H., Marcos, I., y Wiener, E. (28 de marzo 2024). *Sustainable style: How fashion can afford and accelerate decarbonization*. Mckinsey.com; McKinsey & Company. Disponible en: <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/sustainable-style-how-fashion-can-afford-and-accelerate-decarbonization>
- Jeanologia. (s.f.). *Tecnología de marcación laser*. Disponible en: <https://www.jeanologia.com/es/garment-es/laser-es/>
- Juárez, C. (27 de septiembre 2022). *El mapa mundial del algodón: los mayores productores del mundo, en cifras*. Modaes. Disponible en: <https://www.modaes.com/entorno/el-mapa-mundial-del-algodon-los-mayores-productores-del-mundo-en-cifras#:~:text=%C2%BFcu%C3%A1les%20son%20los%20principales%20pa%C3%ADses%20d%C3%B3nde%20se%20cultiva%3F&text=En%20la%20%C3%BAltima%20campa%C3%B1a%20de,32%2C7%20millones%20de%20hect%C3%A1reas.>

- Juárez, C. (4 de marzo 2024). *E-commerce de fast-fashion, como Shein y Temu, revolucionan la industria de carga aérea global*. THE LOGISTICS WORLD | Conéctate E Inspírate. Disponible en: <https://thelogisticsworld.com/logistica-comercio-electronico/e-commerce-de-fast-fashion-como-shein-y-temu-revolucionan-la-industria-de-carga-aerea-global/>
- Kantar. (7 de junio 2021). *El ecommerce dispara su peso en la moda en 2020 y alcanza el 19,4% de las ventas en España*. Kantar.com. Disponible en: <https://www.kantar.com/es/inspiracion/moda-belleza-y-lujo/el-ecommerce-dispara-su-peso-en-la-moda-en-2020>
- KontsumoBIDE. (s.f.). *Material complementario Educación Secundaria. ¿Sabes lo que te pones? Las etiquetas hablan*. KontsumoBIDE. Disponible en: https://www.kontsumobide.euskadi.eus/contenidos/informacion/kb_primer_ciclo_eso/es_def/adjuntos/7_textil_etiquetas_hablan_secundaria_es.pdf
- Lepisto, C. (11 de octubre 2018). *Cashmere: Sustainable Fibre or Environmental Disaster?*. Treehugger. Disponible en: <https://www.treehugger.com/cashmere-sustainable-fiber-or-environmental-disaster-4857487>
- Air Fiber washer de Inditex y Jeanología*. (9 de junio 2023). Global Fashion Export. <https://globalfashionexport.net/gfe-professional/air-fiber-washer-de-inditex-y-jeanologia/>
- Malabadi, R. B., Kolkar, K. P., y Chalannavar, R. K. (2023). Industrial Cannabis sativa: Role of hemp (fiber type) in textile industries. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*, 16(2), 001-014.
- Matevosyan, H., (2014) *Paradigm shift in fashion*. ISBN 978-9491472749
- Máquinas de Confección. (s.f.) *Máquina plana mecatrónica SIRUBA DL720*. Maquinasdeconfeccion.com. Disponible en: <https://maquinasdeconfeccion.com/producto/maquina-plana-mecatronica-siruba-dl720/>
- Mareca, A. (30 de junio 2021). La producción de fibras sintéticas en la industria textil supera el consumo anual de petróleo de España. *Climática*. Disponible en: <https://climatica.coop/industria-textil-petroleo-espana/>
- Material District. (2 de octubre 2015). *Wool 2 : recycled wool style is here*. MaterialDistrict. Disponible en: <https://materialdistrict.com/article/wool2-recycled-wool-style-is-here/>
- Medina, A. (14 de abril 2019). *La industria de la moda se adapta al cambio climático*. Expansión. Disponible en: <https://www.expansion.com/empresas/distribucion/2019/04/15/5cb3668aca474138128b45ea.html>
- Meseguer, A. (11 de enero 2018). *La dura realidad que esconde el 'fast fashion'*. La Vanguardia. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/cultura/20180111/434198848911/machines-dura-realidad-fast-fashion-industria-textil-india.html>

- Middle East Monitor. (19 de enero 2019). *Syria refugees burn clothes for heating*. Middle East Monitor. Disponible en: <https://www.middleeastmonitor.com/20190119-syria-refugees-burn-clothes-for-heating/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2013). *La industria de los cueros (a base de sales de cromo, con agentes vegetales)*. Capítulo 11. CIU C-1511. Gobierno de la República de Ecuador. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART2.pdf>
- Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030. (21 de diciembre 2022). *Consumo lanza la campaña Presume de armario sostenible para concienciar del impacto de la moda en el medio ambiente*. Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030. Disponible en: <https://www.consumo.gob.es/es/comunicacion/notas-prensa/consumo-lanza-campana-presume-armario-sostenible-concienciar-del-impacto-moda-medio>
- Modaes. (5 de marzo 2018). *La ONU califica la industria del 'fast fashion' de "emergencia medioambiental"*. Modaes. Disponible en: <https://www.modaes.com/back-stage/la-onu-califica-la-industria-del-fast-fashion-como-emergencia-medioambiental>
- Mr Beam Lasers. (24 de febrero 2023). *¿Qué es la piel sintética? ➡ Mr Beam lo explica*. Mr Beam Lasers. Disponible en: <https://www.mr-beam.org/es-es/blogs/news/que-es-la-polipiel>
- Mycoworks. (2 de abril 2024). *Our Heritage. From artists to material science pioneers* MycoWorks. MycoWorks. Disponible en: <https://www.mycoworks.com/our-heritage#the-future-of-materials>
- Naciones Unidas (2017) *Informe de la Relatora Especial sobre el derecho a la alimentación*. Naciones Unidas. Asamblea General. Disponible en: <https://futurosintoxicos.org/wp-content/uploads/2017/03/Informe-del-Consejo-de-Derechos-Humanos-de-la-ONU.pdf>
- Parlamento Europeo. (29 de diciembre 2020). *La ropa, el calzado y los artículos textiles para el hogar son responsables de la contaminación del agua, las emisiones de gases de efecto invernadero y los vertidos*. Parlamento Europeo. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20201208STO93327/el-impacto-de-la-produccion-textil-y-de-los-residuos-en-el-medio-ambiente#:~:text=La%20ropa%2C%20el%20calzado%20y,2.700%20litros%20de%20agua%20dulce>.
- Pérez, B. (2023) *Eyand* [Curso de Verano Profesional en Moda Sostenible]. Instituto Europeo di Design.
- Proaño, P. I. A. y Constante, E. D. J. (2022). Obtención de pieles curtidas con taninos. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (176), Pp 101-109.

- Público. (25 de diciembre 2021). *Proveedores textiles de la India acumulan largos retrasos en el pago de salarios de miseria a sus trabajadores*. Público. Disponible en: <https://www.publico.es/sociedad/proveedores-textiles-india-acumulan-largos-retrasos-pago-salarios-miseria-trabajadores.html>
- Revuelta. (2023). *Wallapop “Lo hecho, hecho está”* [Video]. YouTube. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=8c1O-tfhDWE>
- del Río, A. (2021). El depósito en vertedero genera casi el doble de emisiones de gases de efecto invernadero que la valorización energética. *G-advisory | Consultoría estratégica en asesoramiento técnico, económico y estratégico en todo tipo de energías y servicios de ESG*. Disponible en: <https://www.g-advisory.com/es/noticias/presentacion-de-un-estudio-sobre-valorizacion-energetica-de-los-residuos-urbanos>
- Roberts-Islam, B. (6 de diciembre 2021). *‘Silenced Data’ Means We Don’t Know Global Impacts Of Cotton Pesticides*. Forbes. Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/brookerobertsislam/2021/12/06/silenced-data-means-we-dont-know-global-impacts-of-cotton-pesticides/>
- rumiNews. (24 de febrero 2020). *Cachemir y Mongolia, lana de ganado caprino del Himalaya*. Rumiantes el portal de rumiNews; Revista rumiNews. Disponible en: <https://rumiantes.com/cachemir-mongolia-lana-ganado-caprino-himalaya/>
- Sánchez, C. M. (13 de septiembre 2016). *La industria textil, la segunda más contaminante del planeta*. XLsemanal. Disponible en: <https://www.xlsemanal.com/actualidad/20160913/cataclismo-la-fast-fashion.html>
- Silva Castro, C. A. (12 de mayo 2009). *Algodón genéticamente modificado*. Agro-Bio. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18672/43726_55478.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Supreme Creations. (4 de marzo 2019). *Enfoque en fibras: Lyocell*. Supreme Creations. Disponible en: <https://www.supreme-creations.es/blog/post/enfoque-en-fibras-lyocell>
- Sustain Your Style. (s.f.). *Lana*. Fecha de consulta: 15 de marzo de 2024. Disponible en: <https://es.sustainyourstyle.org/en/wool>
- Textile Exchange (1 de diciembre 2023). *Materials Market Report*. Textile Exchange. Disponible en: <https://textileexchange.org/knowledge-center/reports/materials-market-report-2023/>
- Textile Exchange. (19 de septiembre 2022). *Responsible Wool Standard (RSW)*. Textile Exchange. Disponible en: <https://textileexchange.org/responsible-wool/>
- Twenergy. (18 de enero 2018). *Cómo la ropa no usada de H&M se convierte en energía*. Twenergy. Disponible en: <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/huella-ecologica/como-la-ropa-no-usada-de-h-m-se-convierte-en-energia-2824/>

- United Nations. (2018). *Fashion Industry Charter for Climate Action*. Disponible en: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Industry%20Charter%20%20Fashion%20and%20Climate%20Action%20-%202022102018.pdf>
- Vartan, S. (19 de agosto 2021). *Is Silk a Sustainable Fabric? Production and Environmental Impact*. Treehugger. Disponible en: <https://www.treehugger.com/silk-sustainable-impact-5094158>
- Wang, Y., Gong, D.D., Bai, Y., y Zhai, Y.Q. (2015). Analysis on the Spinning Process and Properties of Tencel Yarn. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 3. Pp 41-47.
- Williams, E., Cenian, K., Golsteijn, L., Morris, B., y Scullin, M. L. (2022). Life cycle assessment of MycoWorks' Reishi™: the first low-carbon and biodegradable alternative leather. *Environmental Sciences Europe*, 34(1), 120. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12302-022-00689-x>
- Wise, K., Baziotopoulos, E., Zhang, C., Leaming, M., Shen, L.-H., y Selby-Pham, J. (2023). Comparative study of water requirements and water footprints of fibre crops hemp (*Cannabis sativa*) and cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Agrometeorology*, 25(3), Pp 392–396.
- Bédard, M. (22 de abril 2020). *Our love of cheap clothing has a hidden cost – it's time for a fashion revolution*. World Economic Forum Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2016/04/our-love-of-cheap-clothing-has-a-hidden-cost-it-s-time-the-fashion-industry-changed/>
- Zaruma, P. E., Proal, J. B., Chaires, I., y Salas, H. I. (2018). Los Colorantes Textiles Industriales Y Tratamientos Óptimos De Sus Efluentes De Agua Residual: Una Breve Revisión. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, (19), Pp 38-47.
- Zhang, Z., Huang, J., Yao, Y., Peters, G., Macdonald, B., La Rosa, A. D., Wang, Z., & Scherer, L. (2023). Environmental impacts of cotton and opportunities for improvement. *Nature Reviews Earth & Environment*, 4(10), Pp 703-715.
- Zhao, X., Shou, T., Liang, R., Hu, S., Yu, P., y Zhang, L. (2020). Bio-based thermoplastic polyurethane derived from polylactic acid with high-damping performance. *Industrial crops and products*, 154, 112619. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669020305355>