



# **Master en Desenvolvemento Económico e Innovación**

Traballo de  
fin de máster

## **Puntada sen fío na Economía Circular: exame das limitacións das fibras celulósicas e a Bioeconomía no téxtil**

Elisa Durán Rubí

Xullo 2023

# Folla de autorización

Traballo fin de máster presentado na Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais da Universidade de Santiago de Compostela por Elisa Durán Rubí, como requisito para obter o título de Máster Oficial Desenvolvemento Económico e Innovación e que conta coa autorización e dirección de Xavier Vence Deza, para a súa presentación e defensa.

# Breve Resumo

O concepto de Economía Circular despertou un interese crecente polo seu potencial para transformar o modelo lineal de produción, consumo e residuos. Non obstante, a súa implementación adoita centrarse unicamente na expansión dos mercados "verdes", como a reciclaxe e a bioeconomía, para impulsar o crecemento económico. Este artigo defende a adopción dunha visión transformadora que englobe aspectos ambientais, sociais e institucionais para acadar un desenvolvemento sostible. O estudo examina especificamente o caso das fibras de celulosa na industria téxtil para exemplificar as limitacións das estratexias actuais de Economía Circular. O sector da moda, co seu importante impacto económico, ambiental e social, ofrece unha oportunidade para adoptar novos materiais derivados de fontes biolóxicas renovables e rexenerativas. Estratexias como a bioeconomía e a Economía Circular foron impulsadas pola Unión Europea e cada vez son máis implantadas por empresas de moda sostible, en consonancia coa perspectiva imperante de crecemento "verde" e diversificación de materiais "sostibles". O estudo fai fincapé na necesidade de considerar a vida útil do produto e modificar os patróns de consumo e produción para conseguir un enfoque máis integral da Economía Circular. A análise abrangue a definición, clasificación e relación histórica das fibras de celulosa coa industria química. Avaliase o estado actual do sector da fibra de celulosa a nivel mundial, destacando a concentración da produción en China e identificando líderes en sustentabilidade como *Lenzing*. O estudo tamén aborda os desafíos relacionados coas materias primas, as implicacións institucionais, o impacto ambiental e os patróns de crecemento, así como o comportamento do mercado e a necesidade de modelos localizados e ciclos de vida longos dos produtos para lograr unha transformación sostible. O estudo conclúe que o potencial das fibras de celulosa reside nos seus avances tecnolóxicos, pero a súa expansión non implica necesariamente impactos ambientais significativos nin cambios sistémicos no sector téxtil. Subliña a importancia de adoptar un concepto transformador de Economía Circular e a necesidade da súa implantación e promoción por parte das institucións.

# Resumo

A Economía Circular esperta un crecente interese polo seu potencial para transformar o modelo lineal de produción, consumo e residuos. Aínda que tanto nas institucións como no mercado, este concepto adoita ser reducido á simple aplicación e expansión de mercados "verdes", como o da reciclaxe e a Bioeconomía, para impulsar o crecemento económico, faise necesario adoptar unha visión transformadora que englobe aspectos ambientais, sociais e institucionais para lograr un desenvolvemento sostible.

A bioeconomía é concibida como o intento de substituír os produtos derivados de fontes fósiles por materiais biolóxicos renovables e rexenerativos. Dende esta perspectiva materialista, a Economía Circular convencional pon o acento na eficiencia na produción e consumo de materiais e na xeración de materias primas secundarias inorgánicas e residuos, mentres que a Bioeconomía focalízase nas fontes de materias primas biolóxicas. Polo tanto, cómpre analizar as limitacións desta estratexia e avaliar a aplicación dunha visión máis ampla da Economía Circular, na que é fundamental incluír tamén estratexias cara a vida útil dos produtos e modificar os patróns de consumo e produción. Para exemplificar esta teoría e estudar estes límites, neste estudo tómase o caso da expansión das fibras celulósicas no sector téxtil.

O sector da moda ten un importante impacto económico, ambiental e social nunha ampla e fragmentada cadea de valor global. Un aumento significativo de novos materiais de orixe biolóxica e reciclados é visto como unha solución aparente para transformar e substituír os tecidos derivados de fontes fósiles, sendo actualmente máis do 60% da produción de fibras téxtiles. Estas son promovidas polas estratexias de Bioeconomía, Economía Circular da Unión Europea e amosan unha elevada implantación nas prácticas sostibles das empresas de moda, aliñándose así coa perspectiva predominante de crecemento "verde" e a diversificación de materiais "sustentables". Ademais, a Unión Europea, coa súa longa tradición na industria forestal e da madeira, especialmente nas economías do norte, incorporou nos últimos dez anos a Bioeconomía forestal nos plans europeos de bosques e de biodiversidade.

Neste contexto, este estudo pretende ofrecer unha visión integral dos condicionantes das fibras téxtiles celulósicas cara a muda a un sistema da Economía Circular transformador na industria téxtil. Para iso, realízase unha exhaustiva revisión teórica e bibliográfica e a achega empírica do estudo da evolución das fibras celulósicas actualmente e da análise das potencialidades e limitacións destas fibras cara ó futuro.

En primeiro lugar, ofrece unha definición e clasificación das fibras celulósicas, destacando a súa importante expansión nas últimas décadas e os distintos tipos de tecidos dentro desta categoría. Ademais, analízase a relación histórica entre o sector da fibra celulósica e a industria química, máis que co propio campo da moda.

Posteriormente, realízase unha avaliación da situación actual do sector das fibras celulósicas a nivel mundial mediante unha base de datos específica para este estudo. Destaca a concentración da produción en China, onde varias empresas representan o 59% da capacidade produtiva total. India e Austria son os seguintes países con maior capacidade de produción, pero cada unha das súas contribucións representan o 15% e proceden só dun actor importante de cada país. En consecuencia, conclúese que as dez empresas principais, sete das cales son chinesas, son as responsables do 88,4% da capacidade de produción mundial de fibras celulósicas. En termos de sustentabilidade, Lenzing identifícase como a empresa líder en produtos e procesos con menor impacto ambiental e maior capacidade de produción. Non obstante, outros grandes grupos empresariais realizan algunhas estratexias circulares incorporando na súa carteira produtos cunha porcentaxe de reciclaxe ou produtos similares ó lyocell de Lenzing. Aínda así, as empresas que adoptan modelos de negocio circular e ofrecen propostas 100% recicladas ou ambientalmente máis respectuosas sitúanse principalmente no norte e centro de Europa.

Tras establecer o contexto do sector, abórdase o segundo compoñente deste estudo, que consiste en explorar o potencial e as limitacións das fibras celulósicas. Estas cuestións están agrupadas en diferentes categorías: materias primas, implicacións das institucións, impacto ambiental e crecemento e patróns de produción e consumo.

En relación as materias primas, en primeiro lugar, analízase a composición téxtil das prendas de vestir e o papel que xogan as fibras celulósicas. Estas serían un ben substitutivo tanto do algodón como das fibras sintéticas derivadas fósiles, polos seus derivados problemas ambientais. O algodón acadou un límite de área cultivada e de rendibilidade, e é posible que pronto se acade o do algodón transxénico, e tendo grandes repercusións ambientais na auga e solos. O reto das fibras sintéticas é que pesa máis do 60% da produción de fibras téxtiles, véndose estas no total cuadruplicadas nos últimos

30 anos. É neste punto onde as fibras sintéticas celulósicas se presentan como solución, supoñendo así tamén un reto da xestión forestal. Así pois, a xestión das materias primas forestais entran nunha dicotomía entre a súa explotación e a preservación dos bosques, principalmente debido a que o incremento da súa explotación pode dar lugar a dificultades para compensar a redución do sumidoiro forestal neto asociado ó aumento da explotación, perigos de biodiversidade, deforestación e perda de especies autóctonas e áreas forestais lonxevas. Cabería restablecer as prioridades dos servizos ambientais para darlle un maior peso na balanza.

Respecto ó papel das institucións, poñendo o foco na Unión Europea, obsérvase que as estratexias emitidas atópanse compartimentadas para alcanzar o obxectivo común do crecemento verde. A Bioeconomía centraríase nos recursos biolóxicos, a Economía Circular, na reciclaxe, e o Pacto Verde e a Estratexia Industrial, na descarbonización. A consideración e mención de propostas para o téxtil é unha constante nestas visións. A acción base da Unión Europea no sector da moda é a Estratexia para os téxtiles sustentables e circulares, na liña do anterior. Ademais, estas estratexias acompañanse con fondos que promocionan as fibras sintéticas celulósicas. Calcúlase que no período do 2021 o 2027 aproximadamente se desembolsaron 61 mil millóns de euros por proxectos coordinados principalmente por Finlandia e Suecia, que tamén son os países con maior área forestal.

O impacto ambiental e crecemento indágase dende unha perspectiva dos distintos impactos ambientais asociados ó diferentes tipos de fibras celulósicas, así como os retos relacionados cos produtos químicos utilizados na súa fabricación e as novas instalacións necesarias. Con este análise, se apreciaría que a tradicional viscosa asiática tería un impacto ambiental maior que as fibras derivadas de fósiles na maioría das categorías de impacto calculadas na Análise de Ciclo de Vida (LCA). Polo tanto, a redución do impacto ambiental non se xeneralizaría a todo tipo de fibras celulósicas e procesos de fabricación. Sería máis relevante centrarse na expansión das fibras celulósicas e enfoques como o lyocell Tencel de Lenzing para acadar este obxectivo ambiental. Non obstante, ó realizar unha aproximación ás tendencias e ó interese no mercado nos últimos dez anos, non se podería esperar nun futuro próximo a expansión das fibras celulósicas máis sustentables en substitución das máis prexudiciais, e de ser existente, altamente concentrado en Europa, non nos principais países de produción actual.

Os retos para esta propia transición das fibras máis respectuosas ambientalmente dentro dos tecidos celulósicos relaciónanse coas grandes cantidades

de produtos químicos utilizados, a precariedade aínda actual do proceso de reciclaxe téxtil e as incertezas que aínda supón, e o reto das novas instalacións. Ata agora se estaba levando a cabo unha reconversión de fábricas celulósicas tradicionais a este tipo de fibras, derivado dun aumento da demanda deste tecidos, pero agora requírese de novas fábricas que implicarían como valor acumulativo maior impacto ambiental que a súa inexistencia.

Por último, analízase o comportamento do mercado da moda, analizando os patróns de consumo e produción xunto co reto das cadeas téxtiles globais mundiais en relación con estas fibras. Cómpre entender que estes avances tecnolóxicos non son suficientes para a transformación do sector téxtil e que é necesario apoiar un modelo moito máis localizado e que abranga o prolongamento dos ciclos de vida dos produtos (Stahel, 2019). Noutras palabras, un produto de moda é sostible se resulta dun proceso que considera tódalas etapas da seu ciclo da vida e vese reducido o seu consumo a favor dun maior uso do produto reducindo residuos.

Finalmente este traballo acada como principais conclusións: o potencial das fibras celulósicas está focalizado na súa caracterización como avance tecnolóxico, o aumento das fibras celulósicas ten altas posibilidades de non implicar impactos ambientais relevantes nin unha muda do sistema no sector téxtil e a necesidade do establecemento e a promoción ou, polo menos, consideración por parte das institucións dunha concepción de Economía Circular cunha perspectiva transformadora.

# Índice

Índice de táboas .....	10
Índice de gráficos.....	11
Índice de figuras .....	12
1. INTRODUCCIÓN .....	13
1.1. Prólogo.....	13
1.2. Interese do traballo.....	14
1.3. Obxectivos.....	16
1.4. Metodoloxía.....	17
2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Evidencias da necesidade de mudar o paradigma.....	18
2.2. Dunha economía lineal a unha Economía Circular .....	19
2.3. Reconceptualización da Bioeconomía .....	21
2.4. Contexto téxtil.....	24
2.4.1. Falta de sustentabilidade do impacto ambiental no mundo da moda .....	24
2.4.2. A cadea global da moda .....	26
2.4.3. Clasificación das fibras téxtiles .....	27
2.5. Contexto forestal e perspectiva europea.....	30
2.5.1. Relevancia dos bosques na transición ecolóxica.....	30
2.5.1. Oportunidade dos recursos forestais en Europa .....	31
3. AS FIBRAS CELULÓSICAS TÉXTILES .....	33
3.1. Evolución das fibras celulósicas .....	33
3.1.1. Orixe.....	33
3.1.2. Evolución e anos recentes.....	34
3.2. Definición e Principais fibras celulósicas.....	36
4. Análise empresarial do sector das fibras celulósicas .....	38
4.1. Principais actores e mercados.....	38
4.2. <i>Lenzing</i> : Pioneira circularidade das fibras celulósicas e outras propostas europeas.....	42

5. EXPLORANDO AS POTENCIALIDADES E OS LÍMITES DAS FIBRAS CELULÓSICAS TEXTILES .....	43
5.1. Nova composición téxtil .....	43
5.1.1. Algodón e crecemento demanda téxtil.....	43
5.1.2. Fibras sintéticas derivadas do petróleo e transformación .....	46
5.2. Explotación dos recursos forestais .....	48
5.2.1. Xestión de bosques sustentables internacionais.....	48
5.2.2. Condicionantes forestais .....	49
5.2.2.1. Substitución coa industria madeireira e consecuencias como sumidoiro de CO <sub>2</sub>	49
5.2.2.2. Deforestación e perda de especies autóctonas e areas forestais lonxevas	51
5.2.3. Compatibilizar cos servizos ambientais .....	53
5.3. Políticas da UE para a promoción da Bioeconomía téxtil.....	54
5.4. Diferencias ambientais entre o aumento de distintas fibras celulósicas .....	59
5.4.1. Avaliación do impacto ambiental das diferentes fibras celulósicas.....	59
5.4.2. Tendencias dos diferentes tipos de fibras celulósicas.....	62
5.4.3. Reciclaxe como materia prima secundaria e “biodegradabilidade” .....	63
5.5. Procesamentos químicos.....	64
5.6. Novas instalacións.....	66
5.7. Cadea téxtil moi fragmentada e global.....	67
5.8. Ciclos de vida curtos dos produtos e hiperconsumismo téxtil .....	71
6. CONCLUSIÓNS .....	74
7. LIMITACIÓNS E POSIBLES AMPLIACIÓNS.....	78
8. Bibliografía.....	79

## Índice de táboas

Táboa 1: Descrición bases de datos empregadas na investigación .....	17
Táboa 2: Evolución da comparación de resultados da busca das comandas de "Bioeconomics" ou "Bioeconomía" respecto á busca de "Circular Economy" ou "Economía Circular" en Google Academics nun período de 10 anos, 1992-2022 (Nº de publicacións).....	24
Táboa 3: Clasificación de fibras a partir do seu impacto ambiental e social .....	30
Táboa 4: Datos socioeconómicos forestais da Unión Europea e os principais países. 32	
Táboa 5: Distribución da produción dos diferentes tipos de fibras sintéticas celulósicas no ano 2021.....	36
Táboa 6: Principais aportacións históricas no sector das fibras celulósicas .....	34
Táboa 7: Principais impactos ambientais no sector de fibras celulósicas .....	37
Táboa 8: Principais actores do sector das fibras celulósicas virxes e recicladas mundialmente con datos clave da súa orixe e actividades sustentable.....	39
Táboa 9: Evolución das principais acción e Políticas da Unión Europea que inflúen no sector das fibras celulósicas téxtiles .....	55
Táboa 10: Proxectos de tecidos téxtiles celulósicos da Unión Europea, orde de maior a menos aportación da Unión Europea, no período 2007-2021 .....	57
Táboa 11: Descrición das diferentes fibras téxtiles analizadas para o impacto ambiental en relación a súa orixe, procesos e fonte de materias primas e enerxía .....	59
Táboa 12: Representación dos principais resultados do impacto ambiental das diferentes fibras téxtiles analizadas .....	60
Táboa 13: Exemplos dos compromisos das empresas a mellorar a xestión química na produción téxtil.....	66

## Índice de gráficos

Gráfica 1: Resultados da busca das comandas de "Bioeconomics" ou "Bioeconomía" respecto á busca de "Circular Economy" ou "Economía Circular" en Google Academics, 1992-2022 (Nº de publicacións) .....	23
Gráfica 2: Evolución da produción global de fibras celulósicas, 2012-2012 .....	35
Gráfica 3: Evolución produción global de polpa a disolver e perspectivas de Europa e China, 1960-2021 .....	41
Gráfica 4: Evolución da área, produción e rendemento do algodón global no período 1940-2022 .....	44
Gráfica 5: Estimación do 2010-2030 da evolución da poboación mundial, da demanda de alimentos e téxtiles e a dispoñibilidade de terreo cultivable. ....	45
Gráfica 6: Evolución da produción das principais fibras téxtiles no periodo 1960-2020. ....	46
Gráfica 7: Distribución da produción global de fibras téxtiles 2021.....	48
Gráfica 8: Evolución e comparación das buscas na rede de lyocell e raión/viscosa....	62
Gráfica 9: Principais 100 actores por facturación na Unión Europea por subsector oficialmente rexistrado .....	68
Gráfica 10: Evolución de Indicadores de Koopman da cadea global de valor téxtil europea do 1995-2018.....	69
Gráfica 11: Evolución da produción global das fibras téxtiles do 1900-2030 .....	73
Gráfica 12: Evolución do gasto de consumo final dos fogares en prendas de roupa e calzado e índice de prezos ó consumidor (basebase 2015)no período 1996-2021 .....	73

## Índice de figuras

Figura 1: Mapa conceptual da cadea das fibras celulósicas integrada no sector da moda coa adhesión dunha proposta de circularidade.....	27
Figura 2: Taxonomía e clasificación das fibras téxtiles actual con exemplos en cada categorización.....	28
Figura 3: Mapa de Malaisia e Indonesia coa representación da perda de cobertura arbórea coa densidade del dosel arbóreo > 10% no período 2001-2021 e concesións de fibra de madeira no 2021 .....	51
Figura 4: Mapa de distribución de buscas de lyocell do ano 2012-2022 (Index país maior buscas: Singapur=100).....	63
Figura 5: Ciclo de vida do produto básico, do produto de temporada ou "fashion" e das modas pasaxeiras ou "fad" .....	71

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Prólogo

A integración das cuestións medioambientais na axenda política e social ten gañado peso nas últimas décadas. O Informe Brundtland, publicado no ano 1987, definiu o desenvolvemento sustentable como a capacidade de atender as necesidades actuais sen comprometer a capacidade de satisfacer as das xeracións futuras. A Declaración de Río sobre Medio Ambiente e Desenvolvemento, apenas cinco anos despois, destacou a necesidade dunha boa gobernanza e de responsabilidade para evitar o deterioro do capital natural. Non foi ate o ano 2000 cando a Unión Europea comezou a incorporar os desafíos sociais e ambientais como prioridade e definición estratéxica das políticas. Así, a Axenda de Lisboa marcou o inicio formal da toma en consideración destas prioridades que mantén a Estratexia Europa 2020, onde se establecen os fundamentos para un crecemento intelixente, sustentable e integrador.

No contexto deste debate sobre a falta de sustentabilidade do sistema económico actual, xorden novas visións da economía cun foco posto na problemática medioambiental. O enfoque da Economía Circular ten gañado destaque como modelo para promover a transformación estrutural do sistema, en contraposición ó patrón do modelo lineal, que consiste en producir, consumir e tirar. Esta visión propón unha economía balance entre a redución de recursos non renovables e a promoción de recursos rexenerativos e reciclados acompañado de actividades vencelladas co prolongamento da vida útil dos produtos e un cambio no patrón de produción e consumo. Aínda así, a visión máis popularizada sería a fundamentada pola Unión Europea, co Plan de Acción da Economía Circular do 2015, onde este cambio no sistema queda reducido a unha simple oportunidade de “crecemento verde”.

O debate arredor do marco conceptual da Economía Circular expándase tamén a Bioeconomía. Este novo concepto é a solución presentada cara a diminución dos produtos de derivados fósiles. Baséase no aproveitamento de recursos e residuos biolóxicos, como materias primas ou parte do proceso industrial, para substituír recursos non renovables (Comisión Europea, 2012; OCDE, 2009). Deste modo, esta Bioeconomía entenderíase como o compoñente de base biolóxica da Economía Circular (OCDE, 2009).

Non obstante, existen posicións oportunistas do mercado e institucións que buscan a substitución dos plásticos por produtos de orixe biolóxico, diversificando e ampliando o mercado na procura do crecemento verde. Unha visión máis transformadora da

Economía Circular promove cambios nos patróns de consumo e produción e no prolongamento dos produtos, avogando por un transformación sistémica que incorpore dimensións económicas, ambientais e sociais en aras do desenvolvemento sostible. Isto vai máis alá dos problemas dos plásticos e a súa substitución, transcendendo o enfoque materialista da anterior perspectiva.

Dentro deste ámbito, a moda é un deses sectores que se atopa nunha encrucillada cara a muda do sistema (Niinimäki et al., 2020). Mais do 60% da composición das prendas de vestir deriva de fibras sintéticas de derivados fósiles, como o poliéster ou a poliamida (Textile Exchange, 2022). A solución aportada polo mercado baséase na nova conceptualización da Bioeconomía, centrándose na expansión das fibras téxtiles celulósicas, como produto substitutivo das fibras sintéticas de derivados fósiles, que teñen unha orixe ou no forestal ou, a través das recentes innovacións, no reciclaxe téxtil. Agora cabe entender cal é o seu papel, potencialidades e limitacións, dentro dunha visión realmente transformadora da Economía Circular, como se trata ó longo do traballo.

## **1.2. Interese do traballo**

A Bioeconomía ten coma desafío o uso de maneira sustentable dos recursos biolóxicos e os servizos dos ecosistemas para satisfacer as necesidades humanas, ó mesmo tempo que se conserva e se restaura a saúde dos ecosistemas naturais. A Bioeconomía sustentable pon o foco na utilización eficiente e responsable dos recursos biolóxicos renovables, como son os cultivos, bosques e outros recursos naturais para a produción de alimentos, produtos químicos, materiais e enerxía. Promove prácticas agrícolas e forestais sustentables, o uso de tecnoloxías limpas e a valorización dos residuos e subprodutos, ou coprodutos, no fomento da transición cara a unha economía baixa en carbono e menos dependente dos recursos fósiles. O seu principal desafío é a xeración de beneficios sociais e económicos para as comunidades locais, promovendo a inclusión social, a equidade e o desenvolvemento rural, ó tempo que se preserva a biodiversidade, protexen os ecosistemas e mitiga o cambio climático.

Neste eido, poñendo o foco no mundo téxtil, a produción de fibras téxtiles de orixe biolóxico suporía unha oportunidade económica que poido empregar mais de 500 mil persoas e xerar un valor engadido arredor dos 15 millóns de euros no ano 2020 (Lasarte-López, 2023). En concreto, un dos maiores desafíos da Bioeconomía téxtil é a produción de fibras téxtiles de base forestal (Antikainen et al., 2017; Hasegawa et al., 2022; Hetemäki e Hurmekoski, 2016; Hurmekoski et al., 2021, 2022, 2023; Kallio, 2020; 2021;

Ronzon et al., 2020). Dentro das causas do aumento da produción das fibras celulósicas téxtiles, existen varias vertentes:

1. A estratexia empresarial para satisfacer a demanda duns consumidores cada vez máis concienciados medioambientalmente nun contexto de lexislación cada vez máis esixente (BOF e McKinsley & Company, 2020).
2. O emprego das fibras celulósicas como un medio de resposta ante o aumento da poboación a de limitación do cultivo de algodón (Haemmerle, 2011; Young, 2017).
3. As propiedades das fibras celulósicas favorecerían a mitigación do cambio climático o substituír as fibras sintéticas derivadas do petróleo (FORESTS4FASHION | UNECE, s.d; OECD, 2009), e reducir os seus amplos impactos ambientais prexudiciais (Changing Markets Foundation, 2020; Ellen MacArthur Foundation, 2017; Institution of Mechanical Engineers, 2018; Minney, 2022).
4. Poderíase incluso falar dunha cuarta vertente, protagonizada por Maarit Kallio (2021) que considera adecuada a converxencia destas dúas perspectivas anteriores, agregando tanto a mellora respecto o algodón como as fibras sintéticas de derivados fósiles.

A esta posible falta de acordo na orixe deste aumento de fibras celulósicas, engádeselle unha ausencia de visión sistémica ou global e das interrelacións entre algunhas destas causas. Un dos retos do sector é o vínculo con outros sectores, como o forestal e téxtil (Hetemäki e Hurmekoski, 2016; Hurmekoski et al., 2022; Kallio, 2021), e a amplitude e complexidade das súas cadeas globais (Niinimäki et al., 2020). Sería necesario ver como as implicacións do que se leva a cabo nunha parte do mundo no sector da Bioeconomía forestal pode ter relación noutra parte do mundo unha fábrica de confección téxtil.

Non obstante, atoparíase unha ausencia de investigación máis alá da orixe da produción destes tecidos, sen ter unha perspectiva do prolongamento da vida útil dos mesmos e cales son os seus patróns de consumo e produción dos mesmos. Finalmente, dende unha visión da Bioeconomía forestal, existe o análise predominante enfocado en “que se pode facer cá biomasa”, mentres que quizais cabería redirixilo cara a “que se fará, a que escala, onde e impulsado por que” (Hetemäki e Hurmekoski, 2016).

Entón, o interese do traballo é facer un exame do potencial e das limitacións da aplicación de estas medidas de substitución dos produtos de derivados fósiles por outros de derivados biolóxicos. A clave é establecer ata que punto esta práctica supón unha

peza transcendental para a muda dun cambio de modelo, evidenciando a insuficiencia que este tipo de ecoinnovación pode supoñer para unha muda do sistema e un cambio significativo no impacto sociais e ambiental, sendo preciso tamén incluír outras innovacións como as funcionais (Giurca e Befort, 2023) ou cuestionarse o foco no crecemento económico.

Ó final as fibras téxtiles celulósicas constitúen un caso práctico ilustrativo da perspectiva da Economía Circular predominante nas institucións enfocadas na oportunidade de crecemento “verde”. A través deste exemplo, é posible avaliar as limitacións de aplicar unha perspectiva de Economía Circular baseada só nos avances tecnolóxicos, sen contar cun enfoque máis transformador.

### **1.3. Obxectivos**

Na actualidade, non existe unha explicación amplamente aceptada e sistémica dos determinantes do crecemento exponencial no uso destas fibras celulósicas nin esta interpretación no marco da Economía Circular. Entón o presente traballo busca analizar o impacto e os determinantes do aumento da produción de fibras téxtiles celulósicas como proposta sustentable dende a perspectiva da Unión Europea e para avaliar, de modo holístico e sistémico, as limitacións desta nova concepción da Bioeconomía nunha Economía Circular transformadora.

Para acadar este obxectivo xeral propónse os seguintes obxectivos específicos:

- Contextualizar as fibras celulósicas téxtiles non aglomeradas en relación con outros materiais téxtiles e comprender a cadea de produción da moda.
- Avaliar a traxectoria e a situación actual do sector das fibras celulósicas, tendo en conta aspectos forestais como os sumidoiros de CO<sub>2</sub>, a deforestación e os efectos sobre a perda de especies autóctonas e superficies forestais a longo prazo.
- Estudar os diferentes impactos ambientais asociados ás diferentes fibras e procesos celulósicos, así como o seu crecemento desigual.
- Identificar as principais políticas e financiamento relacionados coas fibras celulósicas dende unha perspectiva europea.
- Integrar unha visión crítica baseada na Economía Circular no seu sentido máis amplo, máis aló da Bioeconomía.

Unha vez establecido este contexto, os principais elementos clave para a transición ás fibras téxtiles celulósicas a estudar clasificaríanse en: materias primas (composición téxtil, recursos forestais e reciclaxe), implicación do Estado (propostas e accións da

Unión Europea), implicación do impacto ambiental co seu crecemento (diferentes fibras celulósicas con diferentes impactos, o reto dos químicos e as novas instalacións) e comportamento do mercado (consumo e cadeas globais téxtiles).

#### 1.4. Metodoloxía

A metodoloxía empregada neste traballo consta de varias etapas. En primeiro lugar, realízase unha exhaustiva revisión bibliográfica sobre a Economía Circular, a Bioeconomía e o contexto téxtil e forestal. Posteriormente, procedeuse ó estudo da bibliografía específica da Economía Circular e da Bioeconomía, investigando o carácter académico, institucional e empresarial das fibras téxtiles celulósicas. Para rematar cunha síntese e clasificación do sector das fibras téxtiles e os seus principais actores, identifícase os principais determinantes produtivos e ambientais do seu crecemento.

Para a revisión bibliográfica foron consultadas diferentes fontes de información como libros, revisas electrónicas, informes de institucións ou organismos supranacionais ou especializados na cuestión téxtil, forestal ou ambiental. A busca levouse a cabo dende xaneiro a maio do 2023. As fontes utilizadas foron: organismos sen ánimo de lucro (Textile Exchange, Changing Markets, Canopy Planet, Ellen MacArthur Foundation...), ferramentas informáticas (Google trends), institucións internacionais (OECD, UE, UNECE, EEA...) e bases de datos (Publications Office of European Union, Scopus, Google Scholar...).

De cara ó estudo empírico, xunto cos datos aportados da revisión bibliográfica, elaboramos bases de datos cualitativas e descritivas dos principais actores do sector da fibra téxtil e das principais políticas, acordos e financiación relacionados. Adicionalmente, nas áreas concretas onde se dispoñía de datos estatísticos, xeráronse representacións gráficas para afondar nos diferentes factores relacionados coa cuestión obxecto de estudo. As principais bases de datos utilizadas foron: FAOSTAT, Eurostat, CORDIS, Comité Consultivo Internacional do Algodón (ICAC), OECD (Táboa 1)

*Táboa 1: Descrición bases de datos empregadas na investigación*

Base de datos	Cuestión	Variables consultadas	Período	Alcance
FAOSTAT	Materia prima fibras téxtiles celulósicas (polpa a disolver)	Produción, Exportación, Importación	1960-2021	Mundial, Europa, China
Eurostat	Pautas de consumo	Gasto de consumo doméstico en prendas de roupa e calzado, Índice de prezos de prendas de roupa e calzado	1996-2021	Unión Europea
CORDIS	Financiamento europeo proxectos fibras téxtiles celulósicas	Nome e acrónimo proxecto, período do proxecto, coordinador e país de orixe, aportación UE, tipos e foco dentro dos fondos	2007-2021	Unión Europea

Base de datos	Cuestión	Variabes consultadas	Período	Alcance
ICAC	Algodón	Producción, Área cultivada, Rendemento	1940-2022	Mundial
OECD	Evolución fibras téxtiles	Total fibras téxtiles, fibras sintéticas	1960-2020	Mundial
Tiva OECD	Evolución posición cadea global téxtil	Elaboración propia indicadores de Koopman (2010)	1995-2018	Mundial - Perspectiva Unión Europea

*Fonte: Elaboración propia*

A dispoñibilidade de bases de datos estatísticas específicas para o sector da Bioeconomía, especialmente en relación coa combinación das industrias forestal e téxtil, é cativa. As principais organizacións e institucións estatísticas que proporcionan información estatística céntranse na clasificación NACE (Clasificación Estatística de Actividades Económicas da Comunidade Europea), que presenta limitacións para esta área específica e novidosa de investigación. Ata o momento, só se desenvolveu en Europa unha base de datos de Bioeconomía limitada, pero que redefine a nomenclatura das actividades económicas e ofrece datos sobre o valor engadido e o emprego por países para o período 2008-2020 (Lasarte-López et al., 2023).

Por último, os datos recollidos foron sometidos a unha ampla análise e interpretación co fin de identificar tanto as capacidades como as limitacións asociadas ás fibras celulósicas, considerando unha visión holística do sistema en cuestión. Unha vez rematada a análise empírica, volveuse o fundamento teórico para contextualizar as apreciacións e observacións obtidas, e realizar así unha avaliación crítica das fibras téxtiles celulósicas dende a perspectiva da Economía Circular.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Evidencias da necesidade de mudar o paradigma**

Actualmente é patente un grao de preocupación crecente na sociedade e na comunidade científica dos efectos medioambientais xerados polas actividades económicas. Os problemas ambientais actuais e futuros aumenta tanto en número como en gravidade, como poderían considerarse o cambio climático, a proliferación de residuos, a calidade de auga e solo ou a extinción de especies na natureza. Esta situación non é acumulable no longo prazo, sendo xa múltiples os autores que cuantifican certos límites do ecosistema (O'Neill et al., 2018; Raworth, 2017; Rockström et al., 2009) e identifican unha superación da maioría deles (Rockström et al., 2023).

A economía convencional denomina externalidades ós efectos ou consecuencias que se producen como resultado da produción ou o consumo de bens e servizos, que non

se recollen vía prezos de mercado. Poden ser tanto locais ou globais, positivas ou negativas, e producen custos sociais adicionais ós habituais de mercado. No caso de externalidades negativas, sexan de consumo ou de produción, o beneficio social da actividade é inferior ó individual, polo que o sector público adoita a establecer compensacións. O modo clásico de intervir ten forma de regulación ou impostos pigouvianos, que pretenden a interiorización da externalidade xerada, de xeito que compense o impacto negativo a nivel social. Mais este tipo de medidas mostráronse como insuficientes ante a crise climática actual (Bradshaw et al., 2021; Wiedmann et al., 2020; IPCC, 2023; PNUMA, 2022).

A insuficiencia e inconsistencia das solucións propostas pola economía convencional magnifícase no acompañamento intrínseco deste contexto crítico ambiental cunha, cada vez máis acrecentada, desigualdade social do sistema (Piketty, 2019). A parte, algúns dos novos retos en relación o medio ambiente e a desigualdade estarían vinculados a distribución dos beneficios e cargas ambientais, acceso a recursos naturais, brechas de adaptación o cambio climático, exposición a contaminación ou participación na toma de decisión ambientais. Neste contexto, para asegurar un desenvolvemento sostible para a sociedade actual que non comprometa as xeración futuras (Brundtland, 1987), apréciase a necesidade de levar a cabo unha transformación do sistema. Nesta transición é necesario ir máis aló de aplicar meros avances tecnolóxicos e englobar tamén cuestións sociais e institucionais.

## **2.2. Dunha economía lineal a unha Economía Circular**

O Informe Brundtland (1987) e a Declaración de Río sobre Medio Ambiente e Desenvolvemento (UN, 1992) preséntanse como un punto de inflexión para a maior consideración e incorporación do enfoque ambiental nas institucións e, en relación, na consciencia da sociedade. En concreto, dende unha perspectiva da Unión Europea, a integración dos retos medioambientais, moi ligados a innovación, fóronse incorporando paulatinamente ata acadar o primeiro Plan de Acción da Economía Circular (Comisión Europea, 2015). As actualizacións das perspectivas presentadas neste primeiro pódense atopar no Pacto Verde Europeo (Comisión Europea, 2019a) e no propio segundo Plan de Acción da Economía Circular (Comisión Europea, 2020a). Polo tanto, a Economía Circular podería supoñer o cambio de paradigma necesario para o sistema sendo necesario incluír, en liña co desenvolvemento sustentable (Brundtland, 1987), as dimensións ambientais, sociais, institucionais e económicas interrelacionadas.

Unha das primeiras aproximacións teóricas da Economía Circular (Antikainen et al., 2018; Geissdoerfer et al., 2017; Friant et al., 2020) podería atoparse na visión de

Boulding, onde se integra a evolución, a economía e a biosfera nun “sistema ecolóxico cíclico” (1966). Posteriormente a primeira mención explícita a “Economía Circular” viría da man Pearce e Turner (1995). Porén, o incremento exponencial da súa difusión académica (Gráfica 1) viría acompañado coa súa maior integración nas estratexias políticas institucionais, focalizándose o estudo nas súas potencialidades e limitacións.

En particular, nos últimos anos, a maior promoción da Economía Circular foi levada a cabo pola Ellen MacArthur Foundation, moi aliñada coa visión establecida coa Unión Europea (Friant et al., 2020). Esta visión se basearía, como elementos clave, en favorecer os materiais naturais e recursos renovables, xerarquizar os ciclos de materiais e procesos para optimizar o rendemento dos recursos e a súa utilidade e fomentar o deseño preconcebido o proceso de redución de residuos (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Deste modo, a elección do termo de Economía Circular estaría claramente enfocado na contraposición radical ó modelo lineal, de “extraer-fabricar-comprar-usar-eliminar” (Vence, 2021), sendo representado este cambio de sistema cunha visualización con formas circulares ou xerárquicas, e ata unha mestura dos dous, con bucles (Boulding, 1996; Stahel, 1984; Ellen MacArthur Foundation, 2013; Circle Economy, s.d.). Polo tanto, máis alá da súa representación gráfica, a transición cara a Economía Circular implica unha metamorfose do modelo lineal de produción e consumo.

A Economía Circular poderíase concibir como un sistema onde biosfera, sociedade e economía se superpoñen ó tempo que se promove a redución do consumo de recursos, das enerxías non renovables e de residuos mediante un comportamento baseado no prolongamento do valor e da vida útil dos produtos para asegurar a rexeneración, actual e futura, do medio ambiente (Brundtland, 1987; Comisión Europea, 2020a; Ellen MacArthur Foundation, 2013; Vence, 2021; Stahel, 2019). Non obstante, considerando que o termo adquiriu unha ampla popularidade nos últimos anos, tanto en organizacións e empresas como na opinión pública en xeral (Lazarevic e Valve, 2017), dentro da comunidade académica non existe un consenso claro e definitivo (Jiménez Herrero, 2020; Vence, 2021). Por iso, son varios os autores que fan unha aproximación ou mapa conceptual destas diferentes visións da Economía Circular (Friant et al., 2020; Kirchherr et al., 2017).

En definitiva, nos últimos anos, de forma pronunciada, o mensaxe da Economía Circular tivo diferentes interpretacións nos diversos receptores acorde coas necesidades e intereses dos mesmos. Os propios organismos que levan a cabo as medidas de Economía Circular estarían utilizando este discurso para os seus propios intereses

políticos ou económicos (Korhonen et al., 2018). Deste modo, a diferente lectura e interpretación do concepto convértese nunha peza clave á hora de definir o grao de cambio que se considera para o sistema (Friant et al., 2020).

O posicionamento dalgunhas institucións da Economía Circular atoparíase directamente vinculado co “crecemento verde”, como na Unión Europea ou a China (Comisión Europea, 2015; 2020a; UNLEAP, 2008). Esta visión recaería na confianza nos avances tecnolóxicos, apostando por unha desmaterialización da economía ou, o que é o mesmo, conseguir crecemento económico á vez que se reduce a pegada ambiental. Esta sería unha visión reduccionista da Economía Circular, lonxe de buscar unha muda do sistema, conformaríase e focalizaríase nos avances tecnolóxicos ligados a unha perspectiva de ecoinnovación (Kemp e Pearson, 2007; Pereira, 2016; Rennings, 1998); sen sequera avaliar os posibles efectos rebote que poderían vir asociados (Korhonen et al., 2018) e deixando de lado unha perspectiva máis ampla de innovacións funcionais (Giurca e Befort, 2023) e a prolongación da vida útil dos produtos (Stahel, 2019).

Stahel aporta unha visión máis crítica do volume de produción, promovendo unha visión dunha Economía Circular máis autosustentada, con ciclos sen principio nin fin, onde a perpetuidade do stock afonda na calidade, función e valor do produto prolongada no tempo (Stahel, 1984; 2019). Esta perspectiva céntrase máis nos procesos e usos do stock máis que na propia acumulación ou propiedade e materiais. Non é só estreitar e minorar os fluxos, como indican visións como a Circle Economy (s.d.), máis próximas a ecoeficiencia, producindo máis con menos; senón que se propón como núcleo central un cambio radical de como e a que nivel e velocidade se produce e consume.

De este modo, sen deixar en desconsideración as ecoinnovacións, teríase esta visión máis “transformadora” e “reformista” da Economía Circular (Friant et al., 2020). Estas conlevarían un transfondo e implicación máis alá das propias innovacións, implicando unha revisión e cambios de patróns sociais de produtores e consumidores, dimensións sociais e políticas.

### **2.3. Reconceptualización da Bioeconomía**

Dentro do paraugas da Economía Circular, o nexos entre enerxía, recursos, biodiversidade e o crecemento económico son “complexos e controvertidos”, provocando a súa escaseza e unha debilidade do concepto (Korhonen et al., 2018; Friant et al., 2020). Porén, o termo actualmente que máis se enfocaría neste aspecto, sobre todo no aproveitamento dos materiais e procesos orgánicos así como na relación entre biodiversidade, recursos e economía, sería a Bioeconomía (OECD, 2009).

O primeiro autor que debería vir á mente ó tratar de “Bioeconomía” é Nicholas Georgescu-Roegen. Este acuñou o termo polos anos 1960 co obxectivo de dotar ó pensamento económico dunha nova visión, onde os procesos económicos son evolutivos e irreversibles, explicitamente sometidos ás leis da termodinámica, en particular, a lei de entropía, onde a actividade económica e social está inscrita e supeditada ó sistema natural ou biosfera da que forma parte. Mediante a mestura entre “biology” e “economy”, o autor aplica as implicacións da termodinámica e os relaciona cos procesos biofísicos e socioeconómicos (Rodríguez-Chaves, 2020). Esta sería a literatura base da relación entre a entropía a economía, xa que na visión xeral da Economía Circular é aínda un punto con “pouca claridade” (Friant et al., 2020) máis desenvolvido pola economía ecolóxica.

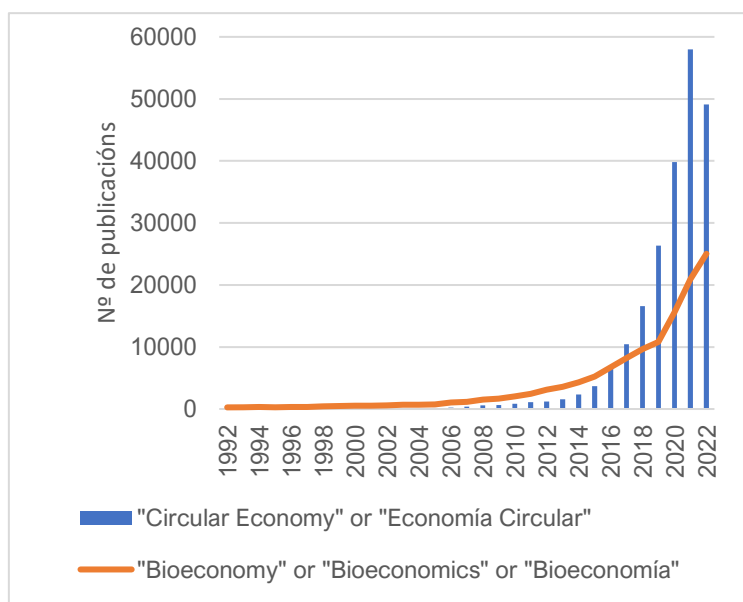
Cabe mencionar, que a proposta económica descrita por Georgescu-Roegen da Bioeconomía está lonxe do concepto de circularidade predominante na actualidade. O punto común de ambas vertentes sería a consideración da biosfera como un sistema pechado e que as actividades económicas se nutren dunha cantidade finita de recursos dentro da propia biosfera. Non obstante, o autor deduce que o crecemento ilimitado da produción e ingresos é incompatible cos límites propios da biosfera e das leis da termodinámica. A visión de Georgescu-Roegen avogaría máis por unha visión irreversible dos procesos. Aínda que pon o foco tamén na materia e nos materiais, considera imposible o reciclaxe total, debido a perda de entrópica asociada a todo proceso na materia (Georgescu-Roegen, 1996; Bonaiuti, 2022). En particular, a degradación en cantidade e calidade dos materiais no proceso de reciclaxe tamén sería unha teoría fundamentada por autores posteriores (Korhonen et al., 2018).

Entón, poderíase apreciar que o concepto de Bioeconomía que se utiliza hoxe en día, dentro do marco de crecemento verde que se propón (Comisión Europea, 2012 ; 2018a; OECD, 2009), non podía estar máis alonxado da visión do argumentado por este autor. Na última década, o uso do termo Bioeconomía foi baleirado das connotacións orixinais de Georgescu-Roegen. O novo concepto estaría máis vinculado coa valorización dos recursos biolóxicos e co “marketing”, tratándose da apropiación dun simbolismo “máis natural” ó engadir o prefixo “bio”. Pero, o mesmo tempo, este reaxuste do termo fai que se atope máis preto da visión xeral do “crecemento verde” (Fletcher, Grose e Hawyken, 2012; Bonaiuti, 2022). Este último vínculo posiblemente xa complete a total contraposición coa visión de Georgescu-Roegen, como precursor do pensamento decrecentista (Bonaiuti, 2022).

Moitos outros autores, en liña con esta nova terminoloxía, aportan novas definicións de Bioeconomía, lonxe desa primeira definición de Georgescu-Roegen (Bauer, 2018; Bugge et al., 2016). A visión do conxunto destas definición derivaría máis da tendencia actual na ciencia e na tecnoloxía cara unha transformación biolóxica. O pretexto do desenvolvemento deste novo concepto é unha maior comprensión dos procesos biolóxicos para logo redeseñalos de cara o seu aproveitamento económico.

En liña a esta tendencia, poderíase entender esta nova Bioeconomía como o compoñente de base biolóxica da Economía Circular no que se recollen tódalas actividades relacionadas coa xestión e procesamento dos recursos, insumos, procesos industriais e residuos de base biolóxica a partir da agricultura, silvicultura e pesca para substituír materiais non renovables (OCDE, 2009; Comisión Europea, 2013).

Gráfica 1: Resultados da busca das comandas de Bioeconomía respecto á busca de Economía Circular en Google Academics, 1992-2022 (Nº de publicacións)



Fonte: Elaboración propia segundo datos de Google Academics

O acompañamento do concepto actual da Bioeconomía e a Economía Circular apreciase ó analizar o aumento de ambos termos de número publicacións ó longo do tempo (Gráfica 1). Aínda así, en cada termo, atópanse dous puntos de inflexión. Por un lado, o crecemento da investigación da Economía Circular exponencial dende o ano 2015, coincidindo co lanzamento do Plan de Acción da Economía Circular da Unión Europea, e, por outro, o repunte da Bioeconomía no ano 2019, en correspondencia o ano posterior do lanzamento do Plan Estratégico da Bioeconomía na Unión Europea. Isto destacaríase a relevancia das institucións a hora de fundamentar e difundir un termo concreto nas súas estratexias e a súa consecuente orientación as investigacións. Pero,

a pesar do aumento de ambos, o crecemento da popularidade do termo da Economía Circular é significativamente superior o da Bioeconomía (Gráfica 1).

*Táboa 2: Evolución da comparación de resultados da busca das comandas de "Bioeconomics" ou "Bioeconomía" respecto á busca de "Circular Economy" ou "Economía Circular" en Google Academics nun período de 10 anos, 1992-2022 (Nº de publicacións).*

Ano	"Circular Economy" or "Economía Circular"	"Bioeconomy" or "Bioeconomía"	Bioeconomía/ Economía Circular
1992	20	266	13,30
1997	38	321	8,45
2002	92	578	6,28
2007	391	1163	2,97
2012	1222	3096	2,53
2017	10440	8221	0,79
2022	49130	25030	0,51

*Fonte: Elaboración propia segundo datos de Google Academics*

Cabe subliñar que, ata 2017 o termo da Bioeconomía en número de publicacións anuais era superior co da Economía Circular (Táboa 2). Quizais isto se explique polo asentamento do termo xa máis maduro de Georgescu-Roegen xunto coa suma do comezo das publicacións en relación a nova conceptualización da Bioeconomía (OECD, 2009; Comisión Europea, 2012).

Polo tanto, a Economía Circular e a Bioeconomía actual serían perspectivas que irían da man. Isto se evidenciaría aínda máis na especificación da Unión Europea como "Bio Economía Circular sustentable" (Comisión Europea, 2018a). Estas dúas definicións complementarias exemplificarían a "suma de parches para corrixir ineficiencias" (Vence, 2021). Polo tanto, podería tratarse dun simple continuísmo e resolución de conflitos específicos do modelo lineal: o problema de final da cadea, dos residuos e reciclaxe, sería solventado pola proposta da Economía Circular (Vence, 2021) mentres que os problemas do inicio do proceso, da escaseza de recursos limitados, se solucionaría coa Bioeconomía e a capacidade de rexeneración dos sistemas biolóxicos.

## **2.4. Contexto téxtil**

### *2.4.1. Falta de sustentabilidade do impacto ambiental no mundo da moda*

O sector téxtil europeo constitúe preto do 5% do nivel de emprego dentro de Unión Europea e un nivel de facturación que ronda o 2% do total (Comisión Europea, 2022). Mais a industria da moda non é allea ós problemas ambientais, sendo cuarto sector cun maior impacto sobre o medio ambiente, no relativo ó uso de materias primas

e no consumo de auga dentro da Unión Europea<sup>1</sup>. E o quinto no relativo á emisión de gases de efecto invernadoiro (Comisión Europea, 2022b; D'Itria e Colombi, 2022).

O impacto ambiental da moda reside no exceso de roupa e de residuos, impulsado fundamentalmente pola “moda rápida” (Niinimäki et al., 2020). A nivel mundial xéranse cada ano 40 millóns de toneladas de residuos téxtiles, a maioría dos cales vertedoiros ou incinerados (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Dos preto de 6,6 quilogramos de residuos téxtiles xerados por habitantes, unicamente é reciclado o 1% máis para panos de cociña que para novas prendas (Minney, 2022).

Ademais, a isto úneselle o impacto negativo no medio ambiente debido a factores como uso intensivo de recursos como de materias primas, produtos químicos tóxicos, enerxía e auga. A moda é responsable de preto do 8% das emisións mundiais de gases de efecto invernadoiro e cun consumo anual de 215 trillóns de litros de auga, 2.167 toneladas de plástico e da liberación de 43 millóns de toneladas de produtos químicos ó mar (Ferrer et al., 2022). Destas emisións, máis do 70%, proveñen dos procesos de produción (Niinimäki et al., 2020).

Acompañando os problemas ambientais atópanse na industria da moda importantes desigualdades e inxustizas sociais. Os traballadores da industria da confección de países onde se produce roupa a baixo custo enfróntanse a condicións laborais precarias, baixos salarios ou falta de seguridade laboral, sendo a ausencia de dereitos laborais básicos habituais neste sector. É aínda fácil de atopar casos de traballo infantil, atopándose en condicións perigosas e privados da súa educación. Ademais, persisten as desigualdades de xénero no sector, onde as mulleres constitúen unha parte importante da forza de traballo, especialmente na confección e costura, pero afrontan vulnerabilidade e reciben salarios nimios. Estas cuestións poñen de manifesto a necesidade de abordar e corrixir estas desigualdades, promovendo condicións de traballo xustas e equitativas no sector da moda.

Non obstante, para moitas empresas a sustentabilidade adoita quedar marxinalizada en favor da promoción do entorno dixital e da superación das ameazas nas cadeas de subministración, a loxística e a xestión de inventarios (BOF e McKinsey&Company, 2022). Por outro lado, institucións cunha visión da Economía Circular imperante, como a Ellen MacArthur, identifican os principais retos do sector na eliminación de emisións nocivas e microfibras tóxicas, o deseño de produtos sostibles e a correcta xestión dos

---

<sup>1</sup> Sectores de maior presión ambiental respecto ó uso de materias primas e o consumo de auga na Unión Europea: 1. Alimentario, 2. Construcción, 3. Transportes e 4. Textil

excedentes e residuos (2017); cun foco simplemente nos materiais e na reciclaxe. Outra proposta máis ambiciosa sería a nomeada “moda rexenerativa”. Este concepto propón modelos de negocio sostibles que operan dentro dos límites do planeta e reparten os beneficios de forma equitativa e transparente en tódalas fases do proceso cun enfoque integral máis aló da mera rendibilidade empresarial, priorizando a equidade social e a protección ambiental (Minney, 2022). Aínda así, esta visión rexenerativa sería só enfocada na explotación das fontes de materia prima.

Estas tres perspectivas irían en liña da busca de solucións como as fibras celulósicas téxtiles. Porén, isto sería insuficiente para implantar unha Economía Circular transformadora no sector téxtil, xa que habería que realizar importantes cambios en tódolos actores e actividades que o conforman ou estean involucradas no proceso (Niinimäki et al., 2020), sendo necesario atender cuestións como a precaridade laboral dentro das cadeas téxtiles, a “obsolescencia planificada” das tendencias, a reparación ou a distribución.

#### *2.4.2. A cadea global da moda*

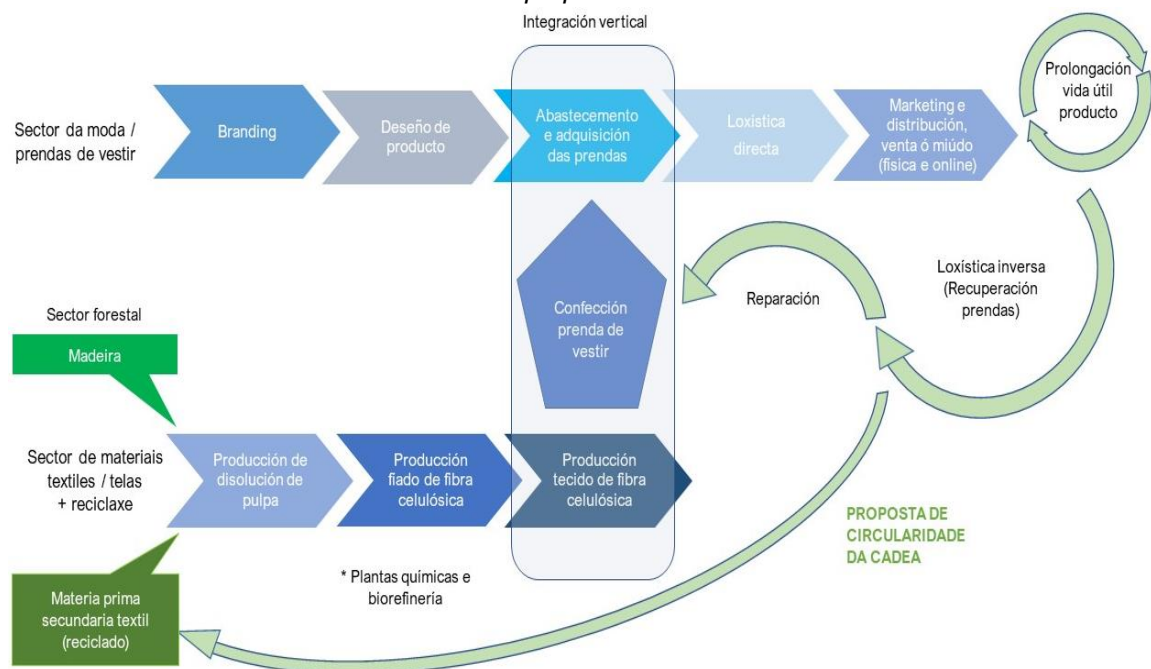
Hai unha distinción entre os termos “moda” e “téxtil”. Mentres que a moda fai referencia ó resultado da creatividade e do proceso industrial que se adapta ás demandas culturais e sociais en constante cambio, a industria téxtil céntrase na fabricación de tecidos a partir de fibras ou materias primas (Corbellini e Saviolo, 2015). Por outra banda, a industria téxtil produce unha ampla gama de fibras e tecidos que se empregan non só na confección, senón tamén en produtos téxtiles domésticos, hixiene, sanitarios e industriais (Textile Exchange, 2022). É importante recoñecer esta distinción para comprender a complexidade e diversidade da industria da moda e da industria téxtil no seu conxunto.

A industria da confección actuaría como o punto de conexión entre a cadea téxtil e a moda, transformando os tecidos en pezas deseñadas e distribuídas. A cadea téxtil e da moda abarca dende a fabricación de fibras, fíos e tecidos, ata a confección de pezas de roupa, o deseño e a distribución (Figura 1).

É importante destacar que a elevada fragmentación das actividades dentro da cadea produtiva do sector téxtil contribúe ó seu importante impacto ambiental e social (Niinimäki et al., 2020). Dende 1998, cos cambios na normativa do Acordo sobre Téxtil e Vestimenta (TCA) da Organización Mundial do Comercio (OMC), produciuse unha maior deslocalización da produción e a concentración dos grandes grupos empresariais internacionais.

Adicionalmente, en canto á transformación do modelo lineal nun máis circular, é fundamental abordar o peche da cadea téxtil. Algunhas medidas que se poderían adoptar para lograr un cambio de paradigma inclúen a prolongación da vida útil das pezas de roupa, o fomento da reparación e remanufacturación, así como a incorporación e transformación de residuos téxtiles en materia prima secundaria. Estas actuacións contribuirían a unha maior sustentabilidade e redución do impacto negativo da industria téxtil no medio ambiente e nos aspectos sociais. Requírese un enfoque integral e colaborativo para promover a implantación destas prácticas en toda a cadea e para avanzar cara a un modelo máis circular e responsable na industria da moda. Nesta liña, se elabora unha proposta propia de como se podería representar esa nova cadea de valor global (Figura 1).

*Figura 1: Mapa conceptual da cadea das fibras celulósicas integrada no sector da moda coa adhesión dunha proposta de circularidade*

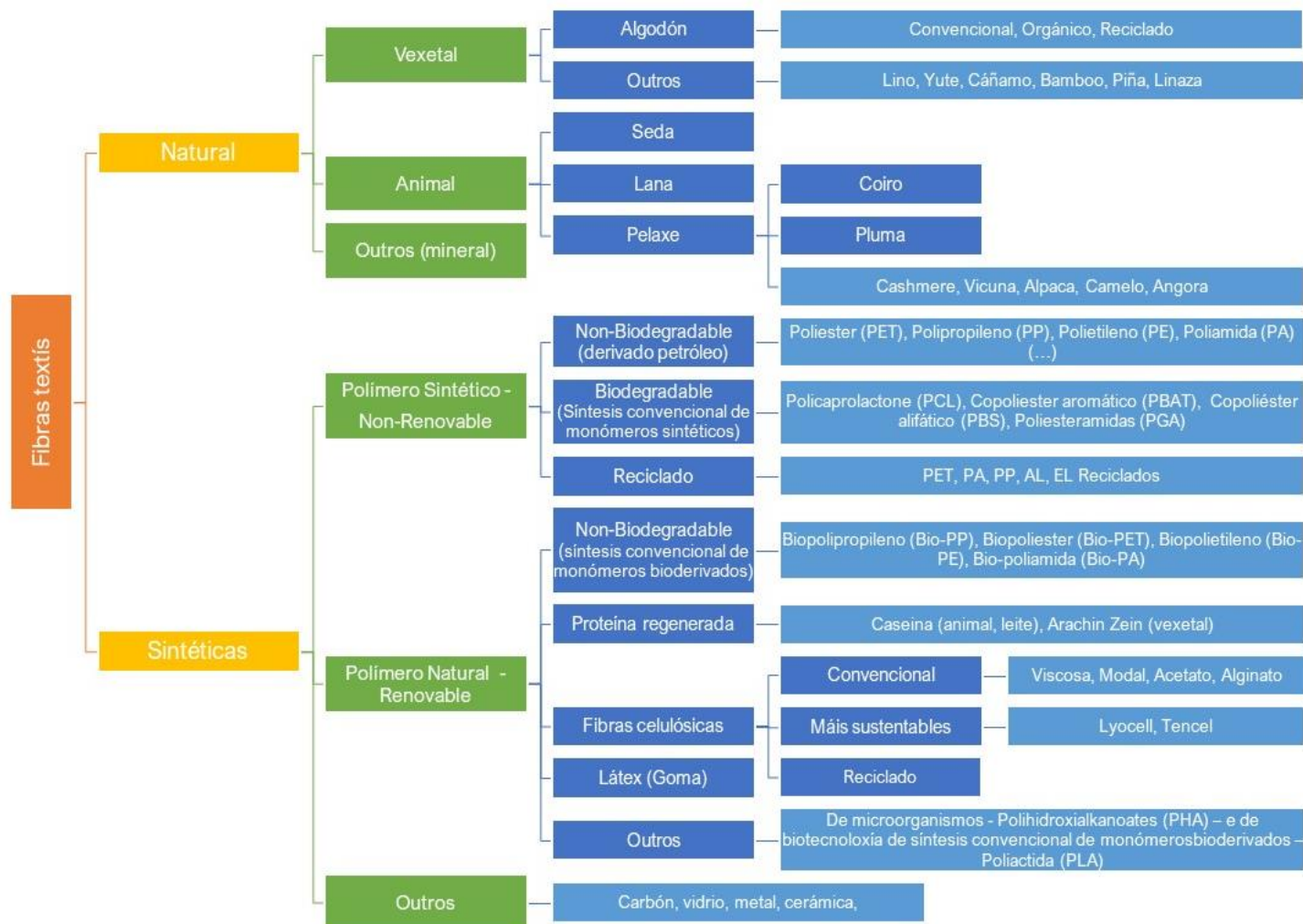


Fonte: Elaboración propia a partir da información de Dicken, 2003; IDE/JETRO, WTO, & OECD, 2013; Textile Exchange, 2022.

### 2.4.3. Clasificación das fibras téxtiles

A industria da moda experimentou un avance notable no campo dos materiais téxtiles e das fibras. Inicialmente foron desenvolvidos por especialistas e enxeñeiros cara mellorar as propiedades dos materiais para unha ampla gama de actividades, dende as deportivas ata as industriais e de protección. Nos últimos anos constatouse unha transformación no mundo dos materiais téxtiles, converténdose nun sector multidisciplinar no que participan enxeñeiros e deseñadores de diversas disciplinas.

Figura 2: Taxonomía e clasificación das fibras téxtiles actual con exemplos en cada categorización



Fonte: Elaboración propia a partir das clasificación propostas e da información obtida de Fletcher e Grose, 2012; Patti e Acierno, 2022, Woodings et al., 2001; Richetti, 2017.

Este estudo de materiais foi o punto de partida da maioría das innovacións no mundo da moda, véndose magnificado cos retos da sustentabilidade (Fletcher, Grose e Hawyken, 2012). Houbo un aumento significativo de novas patentes para a innovación en fibra, sendo solicitadas oito veces máis patentes de fibra en 2019 que no 2013 (BOF e McKinsey&Company, 2020). Isto levou moitos a considerar este período como “a revolución material” (Konina, 2023; Richetti, 2017). Paralelamente, esta constante aparición de novos materiais nos últimos anos dificultou o consenso para a creación dunha taxonomía de fibras téxtiles. Na Figura 2 amósase unha proposta de taxonomía de tecidos propia a partir da información recollida na bibliografía.

A primeira xerarquización baséase en se o material é de orixe natural ou sintético, e, dentro dos sintéticos, pódese clasificar como renovable ou non renovable. Por un lado, os materiais sintéticos precisan de procesos de disolución química para a súa produción, mentres que os naturais non serían intensivos en químicos. Por outro lado, os materiais renovables son de base biolóxica e pódense rexenerar a través dos bosques e cultivos, durante certos anos ou meses, sempre que non se supere a súa capacidade de rexeneración. Mentres, os materiais non renovables teñen un alto índice de extracción e unha rexeneración limitada, como as fibras sintéticas derivadas do petróleo e dos minerais (Fletcher, Grose e Hawyken, 2012).

Actualmente, hai un aumento no uso de fibras téxtiles de orixe biolóxica (D'Itria e Colombi, 2022), posiblemente impulsado polas tendencias da Economía Circular e da Bioeconomía. Nesta liña, o 45% das empresas buscan integrar máis materiais de base biolóxica nos seus produtos e o 67% consideran que o uso de materiais sostibles e innovadores é relevante nas súas estratexias comerciais (BOF e McKinsey&Company, 2020).

A pesar da innovación en fibras téxtiles, falta consenso na definición e clasificación das fibras sostibles ou de base biolóxica, tanto entre investigadores académicos como entre empresarios, con pouca literatura ó respecto. É importante ter claridade sobre a composición das fibras, especialmente en relación cos derivados fósiles, para comprender o seu impacto ambiental. En primeira instancia, asumiríase que as fibras con base biolóxicas son todas aquelas que inclúen unha porcentaxe mínima de orixe vexetal ou animal, coma o algodón, coiro ou fibras celulósicas. Non obstante, é frecuente o fiado e tecido de varias fibras diferentes nun mesmo tecido, dando lugar a mesturados, como, por exemplo, de poliéster-algodón. Nestes casos, ó ter un porcentaxe mínimo de material vexetal ou animal, algúns autores o consideran fibra natural (Biofabricate e Fashion For Good, 2020). Esta amplitude da definición faría menospreciar e minimizar o peso da composición de derivados fósiles e o seu impacto, sobre todo, en cuestións medioambientais.

Existen diferentes propostas de definicións de fibras téxtiles máis próximas á consideración do "impacto ambiental" en lugar de centrarse só na composición do material final. Estas definicións fan maior énfase no proceso de produción, pero aínda así terían outra vez menospreciada a cuestión dos derivados fósiles. Por exemplo, dentro da definición de fibras "preferentes" establecida pola Textile Exchange inclúese a reciclaxe de poliéster ou poliamida (2022; 2023).

Co obxectivo de sumar estas dúas visións, introduciuse neste traballo unha nova categoría denominada "desexadas". Neste caso, consideraríase tanto a composición biolóxica como os aspectos ambientais e sociais, e engadiríase a cuestión do consumo e a prolongación da vida útil das pezas (Táboa 3).

*Táboa 3: Clasificación de fibras a partir do seu impacto ambiental e social*

	Baixo impacto ambiental	Rexenerativo	"Preferidas"	"Desexadas"
Indicadores clave	Emisións de CO2 equivalente	Sociais e Ambientais pero priorizando a saúde do chan e o "secuestro" de carbono	Sociais e Ambientais	Ambientais, Sociais e de Consumo, priorizando prolongamento de vida útil
Fibra ou tipo de materia prima	Todo tipo	Fibras naturais (orixe vexetal e animal), forestais ou celulósicas e de orixe biolóxico a partir de sistemas de cultivo	Todo tipo	Fibras naturais e polímeros naturais, ademais do reciclaxe dos mesmos
Tipo de impacto	Evitar	Protexer	Evitar e Protexer	Evitar, Rexenerar e Reducir

*Fonte: Elaboración propia a partir de Textile Exchange, 2023*

É posible comprender a complexidade asociada á dimensión dos biomateriais e como a terminoloxía sinxela non define de forma explícita a súa produción, o seu ciclo de vida e, en consecuencia, o seu impacto ambiental (D'Itria e Colombi, 2022). O feito de que unha fibra sexa de base biolóxica ou renovable non garante a súa sustentabilidade, xa que hai que ter en conta outros factores como a súa capacidade de rexeneración, o proceso de fabricación e a súa vida útil. Deste modo, dentro xa só da clasificación dos tecidos, pódese apreciar a dicotomía de ter unha perspectiva reducionista do aspecto biolóxico, en liña da bioeconomía, e da reciclaxe da economía circular imperante (Vence, 2021), ou aplicar unha visión máis ampla e sistémica incluíndo aspectos sociais, de vida de produto ou redución do súa produción e consumo.

## **2.5. Contexto forestal e perspectiva europea**

### *2.5.1. Relevancia dos bosques na transición ecolóxica*

Á hora de apostar polas fibras téxtiles celulósicas dentro dos esforzos da nova Bioeconomía e Economía Circular, búscase aproveitar as materias primas de orixe biolóxica e a súa capacidade rexenerativa. Non obstante, é importante sinalar que o feito de que sexan renovables non implica automaticamente que sexan inesgotables, sendo necesario

considerar a biocapacidade<sup>2</sup> ambiental. Esta puntualización non é nimia de cara a explotación dos recursos forestais con avances tecnolóxicos en contraposición a súa preservación polos bosques e os seus valores ambientais.

Os bosques aportan moitos servizos ambientais, como contribución á protección do solo, regulación do clima e do ciclo da auga, protección da biodiversidade e un hábitat de numerosas especies (Comisión Europea, 2023; Parlamento Europeo, 2022). Son clave para determinar a resistencia o cambio climático, como sumidoiros principais de carbono na Terra (Williamson, 2016; Rockström et al., 2017) e ofrecer beneficios de carácter social, como os servizos culturais (Martínez de Arano et al., 2019), ou de saúde, como é a depuración do aire.

Os bosques xogan un papel crucial na descarbonización necesaria para cumprir co Acordo de París, o que provocou un forte impulso financeiro para a súa conservación e reforestación (Williamson, 2016; Rockström et al., 2017). O mesmo tempo, conceptos como a “Climate Smart Forestry”, “Xestión Forestal Adaptativa” e, nun ámbito máis amplo, a “Descarbonización da Economía-Bioeconomía” sitúan ó sector forestal como un factor clave para o desenvolvemento sostible (Rodríguez-Chaves, 2020). Entón, as políticas da Unión Europea de protección de bosques van acorde coas demandas dunha promoción e recoñecemento dos beneficios climáticos ó longo prazo mediante os produtos de madeira (Rodríguez, 2017; Rodríguez-Noriega e Fernández, 2017; Martínez de Arano et al., 2018).

En conclusión, os bosques terían unha alta implicación na aplicación do novo concepto da Bioeconomía e na Economía Circular de base biolóxica para o crecemento “verde”. Pero cabe entender que bosque non é o mesmo que plantación forestal e cabe considerar que medidas ou que implica a súa xestión sustentable.

### *2.5.1. Oportunidade dos recursos forestais en Europa*

As áreas forestais son consideradas como “os recursos renovables máis importantes de Europa” (Comisión Europea, 2022b). Máis da metade (54%) dos bosques do mundo se atopan en Rusia (20%), Brasil (12%), Canada (9%), Estados Unidos (8%) e China (5%) (FAO, 2020). A zona tropical contén o maior porcentaxe de bosque (45%) (FAO, 2020). O conxunto de Europa, excluindo Rusia, atoparíase nunha posición xusto posterior a de China. Os bosques da Unión Europea espállanse por 158 millóns de hectáreas, implicando o 5% da superficie forestal mundial (Comisión Europea, 2023b).

---

<sup>2</sup> *Biocapacidade ambiental: á capacidade dos ecosistemas para producir material biolóxico útil e absorber os residuos xerados (Global Footprint Network, s.d.)*

Na loita contra a deforestación, a Unión Europea conseguiu reverter a tendencia e presenta un incremento de 11 millóns de hectáreas entre 1990 e 2010 (Parlamento Europeo, 2022). Analizando a variación neta da superficie forestal, entendido como suma de tódalas perdas forestais (deforestacións) e os aumentos de superficies forestais, Europa atopárase por detrás de Asia (FAO, 2020).

Porén, esta variación neta positiva non é un bo indicador da xestión sustentable dos bosques o non diferenciais de plantacións. Os bosques representan ecosistemas naturais de gran importancia pola súa diversidade de árbores, plantas, animais e microorganismos autóctonos, desempeñando un papel crucial na biodiversidade. Pola súa banda, as plantacións forestais refírense a zonas específicas destinadas ó cultivo de árbores con fins comerciais e, a diferenza dos bosques, adoitan estar formadas por unha única especie arbórea e teñen un enfoque máis centrado na colleita e rendibilidade. Esta diferenciación dos termos evidénciase en que, respecto a área forestal mundial, as plantacións representan ó redor do 3%, pero un 44% destas están compostas principalmente por especies introducidas ou non-autóctonas (FAO, 2020).

Poñendo o foco no posible potencial forestal europeo, os bosques ocupan o 37,7 % do territorio da Unión Europea. Os seis Estados membros con maior superficie forestal concentran máis de dous terzos do total da superficie (Táboa 4).

*Táboa 4: Datos socioeconómicos forestais da Unión Europea e os principais países.*

Estado membro EU-27	Superficie arborada (miles de hectáreas, 2019)	Proporción de bosques na superficie total (%) (2019)	VAB/superficie forestal (EUR/hectárea) (2018)	% de bosques públicos (2015)	Bosques por habitante (hectáreas, 2015)	Persoas empregadas na silvicultura (miles UTA) (2018)
EU-27	158. 823	37, 7	168	39, 7	0, 36	519, 4
Suecia	27. 980	63, 8	110	24, 3	3, 18	40
Finlandia	22. 409	66, 2	183	30, 4	4, 23	20, 8
España	18. 568	36, 7	54	29, 2	0, 59	88, 8
Francia	17. 170	27, 1	206	24, 7	0, 27	30
Alemaña	11. 419	32	275	52	0, 14	39
Italia	9. 512	31, 5	208	33, 6	0, 19	38, 8

*Fonte: Elaboración propia a partir dos datos obtidos do Parlamento Europeo, 2022*

Dende o punto de vista económico, ten un peso superior a propiedade privada que a pública (Táboa 4), sendo así que a explotación dos montes representa preto do 1% do PIB da Unión Europea, chegando ata o 5% en Finlandia. Estes recursos, derivados principalmente madeira, destínanse maioritariamente a fins enerxéticos (42%), ademais de para serradoiros (24%), industria papeleira (17%) e fabricación de paneis (12%). A nivel emprego, isto implica aproximadamente 500 mil postos de traballo na silvicultura en concreto (Táboa 4), pero chégase a calcular que o sector forestal en xeral dá traballo a uns 2,6 millóns de persoas

(Parlamento Europeo, 2022). En consecuencia, estimase que un 25% das persoas dependen dos bosques para subsistencia e ingresos (Comisión Europea, 2023b) da Unión Europea.

A UE céntrase así estratexicamente na mellora dos mercados e da competitividade na Bioeconomía forestal (Comisión Europea, 2013). A protección e aumento da cantidade, calidade e resiliencia dos bosques destaca na Estratexia de Biodiversidade 2030, pero o mesmo tempo vincula estes parámetros coa monetización e explotación forestal, recoñecendo o seu papel fundamental na “Bioeconomía Circular” (Comisión Europea, 2020b). Esta promoción viría da man da busca dunha ampliación do mercado forestal, “reforzando a base industrial”, creando novas cadeas de valor “máis verdes” co pretexto de protexer o medio ambiente (Comisión Europea, 2018). Alegan que esta substitución dos materiais non renovables por produtos renovables, reciclables e biodegradables, xera beneficios tanto para a prosperidade humana como para a protección do medio ambiente (Martínez de Arano et al, 2018). Non obstante, asemella só unha oportunidade máis para favorecer o crecemento económico coa magnificación da explotación dun recurso no que a industria europea xa ten un longo percorrido.

### **3. AS FIBRAS CELULÓSICAS TÉXTILES**

#### **3.1. Evolución das fibras celulósicas**

##### *3.1.1. Orixe*

A orixe das propias fibras artificiais remonta xa a súa orixe na industria papeleira e química a finais do século XIX (Woodings et al., 2001); sendo aínda recorrente este tipo de transformación de fábricas a día de hoxe.

A súa aparición xorde como a busca da alternativa á seda, que era custosa e considerada de luxo. Buscábase, mediante unha estratexia de “liderado en costes” (Porter, 1997), xeralizar e estandarizar o uso das prendas de vestir dunha maior proporción da sociedade (Woodings et al., 2001). Paralelamente, poderíase entrever que estes altos custos viñan derivados dunha limitación de recursos, complexidade do proceso de extracción e conflitos en cadeas loxísticas longas. A pesar de cambiar o ben que se quería substituír, como pode ser o algodón ou as fibras sintéticas derivadas do petróleo, esas causas para a busca de alternativas manteríanse constantes na actualidade como oportunidades para as fibras celulósicas.

Como toda innovación, a aparición destes tecidos foi o resultado dunha serie de descubrimentos, interaccións e colaboracións acumulativas entre profesionais de distintas disciplinas (Kline e Rosenberg, 1986; Táboa 6). O Conde de Chardonnet é recoñecido como o pai do raión pola súa introdución en 1889 e posteriormente desenvolveuse o material coa

creación da “Viscose Spinning Syndicate” en 1898. Finalmente a súa difusión foi levada a cabo por Courtauld no comezo do século XX (Táboa 6), sendo considerada a súa adquisición de dereitos como un dos investimentos máis rendibles de tódolos tempos e un dos “grandes símbolos do progreso industrial” (Woodings et al., 2001). O crecemento da produción de fibra celulósica foi impresionante, pasando de 14.000 toneladas en 1920 a 225.000 toneladas en 1931. Inicialmente, esta expansión non tiña que ver nada co sector téxtil, sendo este crecemento impulsado pola demanda de fibras para a fabricación de pneumáticos debido ó auxe do automóbil e á guerra (Woodings et al., 2001).

Táboa 5: Principais aportacións históricas no sector das fibras celulósicas

Protagonista (disciplina e orixe)	Principais aportacións no sector de fibras celulósicas
Robert Hooke (físico inglés)	Descubridor da lei da elasticidade <i>Pequenos debuxos</i> , 1165: posibilidade de imitar a seda
Louis Schwabe (tecedor de seda inglés)	Desenvolvemento precursores actuais fieiras, con boquillas con finos orificios que permitían pasar líquidos
Charles Freidrich Schönbein (químico xermano-suízo)	1846 Descubrimento de algodón para armas - nitrocelulosa
George Audemars (químico suízo)	Patente 1855 Obtaining and Treating Vegetable Fibres Extracción celulósica das moreiras para fio como algodón ou explosivo
Joseph Swan (físico e químico inglés)	Patente para desnitrificar o nitrato de celulosa ó hidrosulfato de amonio → Busca mellor fibra de carbono para lámpadas incandescente
Protagonista (disciplina e orixe)	Principais aportacións no sector de fibras celulósicas
Count Bernigaud, Conde de Chardonnet (científico e inventor francés)	“Pai do raión” Presentación tecidos Exposición de París 1889 Primeira transformación de fábrica papeleira en Besançon
Cross, Bevan e Beadle (físicos ingleses)	1881 Descubrimento da disolución da celulosa de algodón ou madeira Asociación con químicos e analistas e consultores papeleiros
Charles Henry Stearn e Charles Fred Topham (electricista e soprador de vidro ingleses)	1893 Desenvolvemento do proceso de fiado de filamento continuo e maquinaria necesaria para lavar e recoller fíos viscosa → Colaboración con Swan (lámpada)
Asociación conxunto de Kew	1898 Creación da Viscose Spinning Syndicate (socios Alfred Nobel (explosivos) e Andrews Pears (xaboeiro))
Samuel Courtauld (tecedores de seda inglés)	1904 compra dereitos e patentes de procesos por 25. 000 libras → Adquisición laboratorios Kew

Fonte: Elaboración propia a partir de (Woodings et al., 2001)

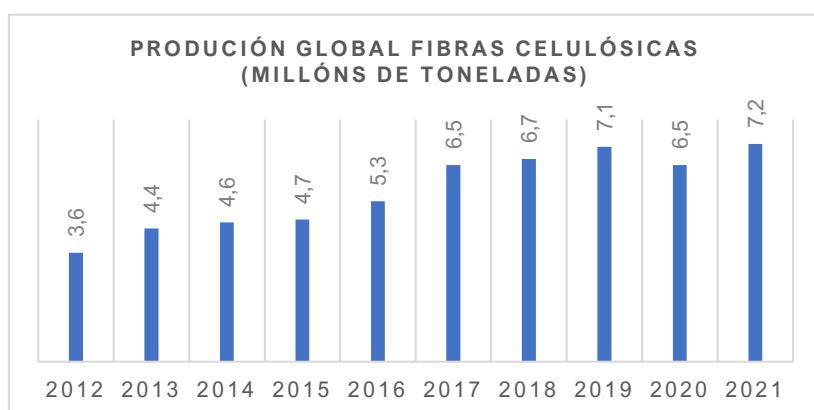
### 3.1.2. Evolución e anos recentes

Cando se produce a aparición en 1941 dos novos tecidos derivados do petróleo, a produción mundial da viscosa atopábase xa en 1.250 mil toneladas, chegando a rexistrar o seu máximo en 1973 con 3.856 mil toneladas (Woodings et al., 2001). Aínda así, a aparición destas novas fibras sintéticas, con prezos máis baixos, supón o declive das fibras celulósicas a partir de 1980. Considérase, en retrospectiva, que, grazas a redución de costes que ofreceu a viscosa, ampliouse a oferta de prendas de vestir dispoñibles no mercado; sendo as tradicionais fibras naturais insuficientes para satisfacer este aumento da demanda téxtil neses anos (Woodings et al., 2001). Quizais as fibras que agora se presenta como unha opción “verde” na Economía Circular, poden ser parte da causa do exceso de produción e do consumo de prendas de roupa.

As fibras celulósicas alcanzaron a súa maior cota en 1950 e o seu máximo valor de produción en 1975 (Woodings et al., 2001). Polo tanto, non son ningún invento ecolóxico e ecoeficiente novo senón que xa levan moito tempo no mercado, e incluso con épocas de maior esplendor que hoxe en día. Ata o ano 2000, a gran expansión das fibras sintéticas derivadas do petróleo xunto a competencia do algodón transxénico, mantivo as fibras celulósicas cunha cota de mercado limitada (Woodings et al., 2001; Kallio, 2021).

Entre 2000 e 2018 rexistrouse un aumento do 6,3% na produción mundial de pasta de papel disolvente (FAOSTAT, 2019). Esta materia prima emprégase en aproximadamente o 80% das fibras téxtiles celulósicas (Kallio, 2021). Durante o mesmo período, o crecemento do algodón foi só do 1,3% e o das fibras téxtiles sintéticas foi do 5,1% (OECD/FAO, 2021). A produción mundial de fibras celulósicas só no período 2012-2021 duplicouse (Gráfica 2) e, se a demanda de fibras celulósicas téxtiles crecese coa mesma tendencia que dende o comezo deste século, no ano 2030 consumiríase 23,5 Mt/ano, o que triplicaría o crecemento do PIB mundial (Kallio, 2021).

Gráfica 2: Evolución da produción global de fibras celulósicas, 2012-2021



Fonte: Elaboración propia a partir dos datos recollidos de Textile Exchange, 2017; 2022

A produción e a demanda de fibras celulósicas indican a posibilidade dun crecemento continuado no futuro, apoiado nas declaracións e as afirmacións das principais empresas de moda. Un exemplo é Inditex, que experimentou un importante incremento na produción de viscosa e outras fibras celulósicas artificiais preferentes, ó pasar de 3.178 toneladas en 2018 a 36.268 toneladas en 2022. O seu obxectivo é alcanzar o 100% de uso destas fibras en 2030, aínda que en 2022 o 66% das súas fibras celulósicas cumpren estes requisitos. Para apoiar esta estratexia, Inditex colaborou con empresas innovadoras como Renewcell no ámbito das fibras de celulosa. Non obstante, cómpre sinalar que as fibras celulósicas artificiais representan na actualidade só o 9% das principais materias primas exportadas por Inditex, fronte ó 41% do algodón e o 27% do poliéster (xunto ó 21% do resto de materias primas sen especificar) (Inditex, 2022).

Este exemplo ilustra como un actor importante da industria da moda está a responder ós movementos en favor das fibras celulósicas nas institucións e, consecuentemente, no mercado, o que provoca o seu crecemento. Non obstante, cómpre valorar se nas estratexias futuras da empresa tamén se inclúen estratexias para prolongar a vida útil dos produtos e reducir a produción, o que suporía un significativo cambio cara a aplicación da Economía Circular. Así mesmo, a estratexia de aumentar o uso de fibras celulósicas podería verse como unha oportunidade para que estas empresas diversifiquen os materiais no mercado e supoña un simple enfoque cara ó crecemento económico.

### 3.2. Definición e Principais fibras celulósicas

A industria das fibras sintéticas celulósicas téxtiles, asentada en sectores como a agricultura, silvicultura, petroquímica e no téxtil (Woodings et al., 2001), erixiuse como unha opción “verde” en comparación ás fibras sintéticas de orixe fósil. Estas fibras obtéñense da pulpa de madeira de diferentes árbores, como piñeiro, abeto ou eucalipto (Seisl e Hengstmann, 2021; Lawson et al., 2022), ou do reciclaxe de tecidos téxtiles. Unha vez transformados en filamentos, estes son sometidos a procesos de lavado, branqueo e secado para o seu uso na industria téxtil (Figura 1).

Aínda que se fale de fibras celulósicas a nivel xenérico, é necesario subliñar que existen diferentes variantes, con diversas propiedades e impacto ambiental e con diferente peso no mercado (Woodings et al., 2001; Shen e Patel, 2010; Textile Exchange, 2022). Na produción de fibra celulósica existen tres procesos principais que xeran diferentes materiais a nivel industrial. As fibras descontinuas de viscosa como a viscosa, modal, raión ou o lyocell, úsanse en téxtiles e non tecidos e representan preto do 79% da produción total das fibras celulósicas (Táboa 5). Outros tipos de fibras celulósicas utilizadas inclúen o cupro, o acetato ou as derivadas da reciclaxe, que teñen usos dende filtros de cigarrillos (Shen e Patel, 2010) a panos de cociña (Minney, 2022).

Táboa 6: Distribución da produción dos diferentes tipos de fibras sintéticas celulósicas no ano 2021

Fibras sintéticas celulósicas (MMCF: <i>manmade cellulosic fibers</i> )	Produción (millóns de toneladas)	%
Total	7, 24	100%
Viscosa	5, 8	79%
Acetato	0, 9	13%
Lyocell	0, 3	4%
Modal	0, 2	3%
Cupro	0, 02	0, 20%
Reciclado ou de outras fontes alternativas a madeira	<1%	

Fonte: Elaboración propia a partir dos datos de Textile Exchange, 2022

A continuación, realizarase unha análise detallada das propiedades das fibras viscosas descontinuas máis relevantes no sector téxtil.

- **Viscosa:** é a fibra celulósica máis común (Táboa 5), obtida a partir da madeira de eucalipto, e destaca pola súa facilidade para tinguirse e a súa capacidade para absorber a humidade. Non obstante, presenta unha baixa resistencia á humidade.
- **Modal:** difire da viscosa nun maior grao de polimerización, o que lle confire maior brillo e facilidade de lavado pero tamén un maior intensidade de procesos químicos. Ademais, caracterízase pola súa mellor resistencia á humidade.
- **Lyocell:** é o material líder nunha nova xeración de fibras celulósicas con menor impacto ambiental. É versátil en canto ós diferentes pesos que pode alcanzar e presenta propiedades como a biodegradabilidade, boa resistencia á auga e unha estrutura lixeira e delgada. Na súa elaboración redúcese o uso de auga para refrixeración e os diferentes procesos químicos contaminantes, coa desaparición de elementos como a soda caucásica, sulfuro de carbono ou ácidos sulfúricos.
- **Reciclado:** debido o gran problema de excedentes e residuos no sector téxtil, o reciclado de téxtiles para obter disolución de polpa espérase que aumente significativamente nos próximos anos. No 2021 estas materias só supuxeron un 0,5% de tódalas fibras celulósicas (Táboa 5).

Todas as fibras celulósicas soen considerarse "sostibles" pola súa orixe forestal ou reciclada pero non todas teñen o mesmo impacto ambiental. Na cadea de produción identifícanse etapas que están estreitamente relacionadas cun maior ou menor impacto ambiental dependendo da actividade (Táboa 7). Por iso, á hora de avanzar cara a prácticas máis respectuosas co medio ambiente, é fundamental ter en conta o proceso empregado e avaliar o seu impacto ambiental.

*Táboa 7: Principais impactos ambientais no sector de fibras celulósicas*

Produción de materias primas no sector forestal	Disolución para a produción da polpa e Extrusión, grapa e filamento na produción da fibra
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deforestación</li> <li>- Cambio climático</li> <li>- Perda de biodiversidade</li> <li>- Uso enerxético</li> <li>- Emisión de gases invernadoiro</li> <li>- Prácticas daniñas para a xestión da vida salvaxe</li> <li>- Especies invasoras</li> <li>- Ocupación do terreo</li> <li>- Perda de hábitat natural e conectividade</li> <li>- Especies en perigo ou extinción</li> <li>- Contaminación hídrica</li> <li>- Escaseza auga</li> <li>- Transmisión de enfermidades zoonóticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación atmosférica</li> <li>- Risco químico</li> <li>- Uso enerxético</li> <li>- Emisión de gases invernadoiro</li> <li>- Eliminación de residuos sólidos</li> <li>- Contaminación hídrica</li> <li>- Escaseza auga</li> </ul>

*Fonte: Elaboración propia a partir de información obtida en Textile Exchange, 2022*

## 4. Análise empresarial do sector das fibras celulósicas

### 4.1. Principais actores e mercados

A hora de analizar os principais axentes do mercado respecto a súa localización e impacto sustentable, fíxose unha base de datos propia (Táboa 8). Esta baséase no listado das principais empresas<sup>3</sup> designadas por Textile Exchange e o listado Hot Button de Canopy Planet 2022.

Na información presentada (Táboa 8), pódese apreciar que, dentro dos principais actores, a capacidade total de produción de fibras celulósicas concéntrase principalmente en China, representando aproximadamente o 60% do total. Dentro desta porcentaxe, preto do 20% pertence a *Sateri*, empresa do grupo empresarial *Royal Golden Eagle*. O 40% restante da capacidade en China repártese entre outras 13 empresas, sendo 5 delas entre as 10 primeiras do “ranking”, que cobren o 30% da capacidade de produción global, mentres que as outras 8 empresas teñen menor escala, representando só o 10% da a capacidade. Esta distribución mostra o control e poder que China ten na industria da fibra celulósica.

India e Austria son os dous seguintes países con maior capacidade de produción de fibra celulósica, con aproximadamente un 15% do total cada unha a unha longa distancia do país líder. A diferenza de China, onde se pode atopar amplo número de empresas, o tecido produtivo destes países atópase concentrado en empresas líderes como *Aditya Birla Grasim* na India e *Lenzing* en Austria. No décimo lugar sitúanse Eastman en Estados Unidos, cun 2,5% da capacidade produtiva total, e, no décimo cuarto, Kelheim en Alemaña, cun 1,1% da capacidade global.

Polo tanto, as dez primeiras empresas, das cales sete son de China, serían responsables do 88,4% da capacidade de produción de fibras celulósicas global. Estas empresas teñen unha longa tradición industrial, vinculada principalmente á industria química, como xa sucedía historicamente, e non ó sector téxtil.

---

<sup>3</sup> As empresas incluídas representan industrias de fibras celulósicas, tanto de orixe forestal como reciclado. Excluiríase así os produtores de pasta celulósica para disolver (Canopy, 2022).

Táboa 8: Principais actores do sector das fibras celulósicas virxes e recicladas mundialmente con datos clave da súa orixe e actividades sustentable.

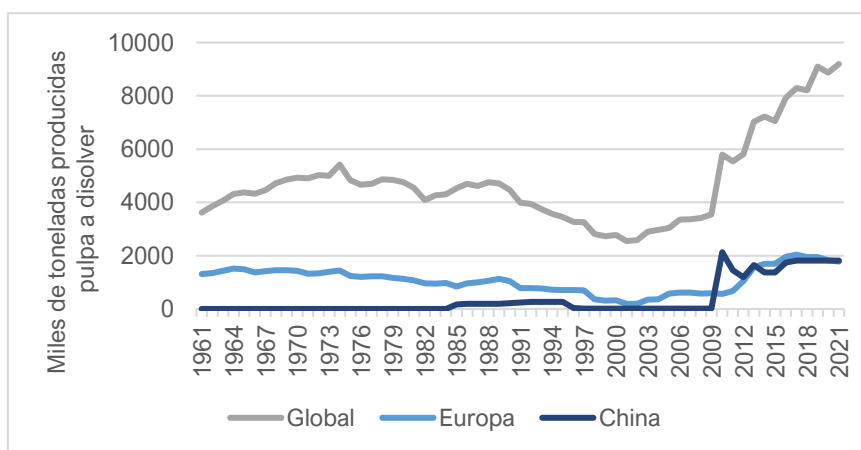
Nome provedor	Capacidade de produción (Fonte: Canopy Planet, 2022)	Ranking sostible (Fonte: Canopy Planet, 2022)	País	Ano Fundación	Industria de orixe	Tipo de fibra natural MMCF	Lanzamento produto "sostible"	Fonte
<i>Sateri (Royal Golden Eagle group)</i>	19,90%	19	China	1967	Petrolreira, Madeireira	Pulpa virxe, Close-loop químico, Mestura reciclado e polpa	2020	(Sateri, s.d.)
<i>Aditya Birla Grasim (Aditya Birla Group)</i>	15,90%	31,5	India	1947	Química	Pulpa virxe, Close-loop químico, Mestura reciclado e polpa	2022	(Aditya Birla Group, s.d.)
<i>Lenzing</i>	14,10%	32	Austria	1938	Celulosa	Pulpa virxe, Close-loop químico, Mestura reciclado e polpa	2017	(Lenzing, s.d.)
<i>Tangshan Sanyou</i>	9,90%	30	China	1999	Química	Pulpa Virxe		(TS Sanyou, s.d.)
<i>Xinjiang Zhongtai Textile Co., Ltd. and Alaer Zhongtai</i>	8,60%	3,5	China	2001	Química	Pulpa Virxe		(Crunchbase, s.d.)
<i>Yibin Grace Group Co., Ltd.</i>	4,60%	29	China	1980	Celulosa	Pulpa Virxe		(CN Grace, s.d.)
<i>Asia Pacific Raión (Royal Golden Eagle group)</i>	3,70%	9,5	Indonesia	1973	Química	Pulpa Virxe, Mestura reciclado e polpa	2022	(Apraión, s.d.)
<i>Shandong Yamei</i>	3,70%		China	1978	Téxtil, Química	Pulpa Virxe		(CNYM-Tex, s.d.)
<i>Silver Hawk</i>	3%	-5	China	-	Téxtil, Química	Pulpa Virxe		(Silver Hawk Fiber, s.d.)
<i>Eastman</i>	2,50%	30	Estados Unidos	1920	Celulosa	Pulpa Virxe, Mestura reciclado e polpa	2022	(Naia by Eastman, s.d.)
<i>Shandong Xinlong</i>	2,50%	3	China	1989	Química	Pulpa Virxe		(SDXL Chem, s.d.)
<i>Jilin Chemical Fibre</i>	2,20%	30	China	1960	Química	Pulpa Virxe, Mestura reciclado e polpa	2022	(Crunchbase, s.d.)
<i>Nanjing Chemical Fibre Co. Ltd.</i>	1,50%	18	China	1964	Química	Pulpa Virxe		(Viscose Fiber, n.d)
<i>Kelheim Fibres</i>	1,10%	29	Alemaña	1935	Celulosa	Pulpa Virxe		(Kelheim Fibres, s.d.)
<i>P. T. Raión Utama Makmur (P. T. RUM)</i>	1%	15	Indonesia	2018	Forestal	Pulpa Virxe		(Rum Indonesia, s.d.)
<i>Xinxiang Chemical Fiber Co., Ltd. (Bailu Group)</i>	1%	30	China	1993	Química	Pulpa Virxe		(Bailuhuaxian, s.d.)

<b>Nome proveedor</b>	<b>Capacidade de produción</b> (Fonte: Canopy Planet, 2022)	<b>Ranking sostible</b> (Fonte: Canopy Planet, 2022)	<b>País</b>	<b>Ano Fundación</b>	<b>Industria de orixe</b>	<b>Tipo de fibra natural MMCF</b>	<b>Lanzamento produto "sostible"</b>	<b>Fonte</b>
<i>Formosa Chemical and Fibre Corp.</i>	0,70%	-	China	1993	Materiales	Pulpa Virxe		(FCFC Plastics, s.d.)
<i>Hubei Golden</i>	0,70%	-	<b>País</b>	1993	Materiales	Pulpa Virxe		(Hubei Golden Ring, s.d.)
<i>Daiwabo Raión</i>	0,40%	20	Xapón	1988	Textil	Pulpa Virxe		(Daiwa Boron, s.d.)
<i>Shandong Yingli</i>	0,40%	-	China	2010	Energía térmica	Pulpa Virxe		(Yingcell, s.d.)
<i>Baoding Swan Fiber</i>	0,40%	-	China	1955	Química	Pulpa Virxe	2015	(Swanoricecell, s.d.)
<i>Kara Fibers</i>	0,20%	28	Turquía	2019	Textil	Pulpa Virxe		(Kara Fiber, s.d.)
<i>Enka</i>	0,10%	29	Alemaña	1924	Biotech	Pulpa Virxe		(ENKA, s.d.)
<i>GP Cellulose</i>	<0,1%	s. d.	Estados Unidos	1937	Química	Pulpa Virxe	2022	(GP Cellulose, s.d.)
<i>Asahi Kasei</i>	<0,1%	s. d.	Xapón	1928	Química	Pulpa Virxe, Mestura reciclado e polpa	2022	(Asahi Kasei, s.d.)
<i>Renewcell</i>	<0,1%	s. d.	Suecia	2012	Biotech	100% Reciclado	2022	(Renewcell, s.d.)
<i>Infinited Fiber Company</i>	<0,1%	s. d.	Finlandia	2016	Biotech	100% Reciclado	2021	(Infinited Fiber Company, s.d.)
<i>SaXcell</i>	<0,1%	s. d.	Holanda	2011	Universidad	100% Reciclado	2021	(SaxCell, s.d.)
<i>Aalto University</i>	<0,1%	s. d.	Dinamarca	2020	Universidad	100% Reciclado	2020	(Textile Exchange, 2022)
<i>Södra</i>	<0,1%	s. d.	Suecia	1938	Forestal	Mestura reciclado e polpa	2021	(Södra, s.d.)
<i>Evrnu</i>	<0,1%	s. d.	Estados Unidos	2014	Biotech	100% Reciclado	2020	(Evrnu, s.d.)
<i>Metsa Group</i>	<0,1%	s. d.	Finlandia	1947	Forestal	Mestura reciclado e polpa	2022	(Kuura, s.d.)
<i>Spinnova</i>	<0,1%	s. d.	Finlandia	2014	Biotech	Pulpa Virxe, Mestura reciclado e polpa	2014	(Spinnova, s.d.)
<i>PHOENXT</i>	<0,1%	s. d.	Alemaña	2018	Biotech	100% Reciclado	2018	(Phoenxt, s.d.)
<i>Treetotextile</i>	<0,1%	s. d.	Suecia	2014	Biotech	Mestura reciclado e polpa	2014	(TreeToTextile, s.d.)

Fonte: Elaboración propia a partir do Canopy Planet, 2022 e Textile Exchange, 2022 xunto coas diferentes webs propias especificadas na táboa

Adicionalmente, obsérvase que o consumo aparente<sup>4</sup> de polpa a disolver en 2021 tamén se atopa en maior proporción en China, superando o 55%. A continuación, por orde de consumo, sitúanse India (9%), Estados Unidos (7%), Indonesia (6%), Alemaña (4%) e Austria (4%) (FAOSTAT, 2023). Estes datos reflicten como o crecemento das fibras celulósicas nos últimos anos se relacionou paralelamente ó crecemento da polpa a disolver, especialmente en Europa e China, sendo esta última onde se experimentou o crecemento máis significativo. (Gráfica 3).

Gráfica 3: Evolución produción global de polpa a disolver xunto con Europa e China, 1960-2021



Fonte: Elaboración propia a partir de FAOSTAT, 2023

China destaca por ter unha cadea integrada verticalmente na produción de fibras celulósicas. Aínda que produce a súa propia madeira e polpa, tamén importa madeira doutros países produtores, como Estados Unidos, Canadá, Indonesia, Papúa Nova Guinea e Malaisia. (Freitas e Mathews, 2017). Por exemplo, o grupo *Royal Golden Eagle*, que inclúe tanto *Sateri* en China como *Asia Pacific resources International Limited (APRIL)* en Indonesia, mostra un exemplo de integración vertical, sendo a primeira o maior produtor mundial de fibras celulósicas e segunda o maior provedor de polpa e madeira (Changing Markets, 2020).

Na liña da sustentabilidade, tódolos grandes grupos empresariais ofrecen, nos últimos anos, produtos máis circulares, como o lyocell ou cunha porcentaxe de reciclaxe. Outras empresas novas ou máis pequenas ofrecen produtos cun impacto ambiental menor, 100% recicladas ou biodegradables, pero a súa capacidade de produción é limitada e cun mercado reducido. É interesante notar como estas iniciativas máis respetuosas co medio ambiente están máis presentes nos países do norte e centro de Europa, mentres que un desenvolvemento similar non se observa en países como China, como principal produtor das fibras celulósicas, ou

<sup>4</sup> Consumo aparente: Elaboración propia a partir de produción + importación – exportación (FAOSTAT, 2023)

Estados Unidos ou Canadá (Freitas e Mathews, 2017), que son fortes produtores de pasta de papel de orixe forestal.

En ambos casos, é necesario investigar máis se se trata de modelos de negocio realmente circulares cunha estratexia integral con medidas como a prolongación da vida útil do produto, cadeas curtas de distribución, biodegradabilidade, impacto da xestión química, comercio e orixe dos residuos reciclados, loita contra a deforestación; entre outros. Noutras palabras, para avaliar se estas grandes empresas están realmente a facer unha transición "verde", é importante ter en conta todo o seu abastecemento e procesos, dende as materias primas e a reciclaxe ata a fabricación e distribución de fibra. Aínda que hai un aumento das opcións sostibles nas carteiras de produtos, é necesario un coñecemento máis completo das súas prácticas e un enfoque holístico para determinar o impacto real en termos de sustentabilidade e economía circular.

#### **4.2. *Lenzing*: Pioneira circularidade das fibras celulósicas e outras propostas europeas**

*Lenzing* é unha empresa pioneira no desenvolvemento de fibras celulósicas respectuosas co medio ambiente, como Tencel Lyocell. Aínda que xa dende os anos 80 desenvolvéronse investigacións relacionadas, non comeza a súa masiva expansión ata 1997. Este produto caracterízase por obter madeira de montes certificados cunha xestión sostible, reciclado e reutilización do 99% dos produtos químicos utilizados coma disolventes, redución dun 95% do consumo de auga tradicional e ser un material compostable e biodegradable (Tencel Refibra, 2023). Adicionalmente tamén introduciu innovacións no proceso de fabricación de tecidos a base de oxíxeno, que ten altos niveis de recuperación e baixas emisións; e tecnoloxía de tinguidura, que aforra un 50% de enerxía e auga tendo unha pegada de carbono dun 50% menor que as convencionais e asegurando unha cor duradeira (Lenzing, Group, 2023). Ademais, *Lenzing* entrou no campo das fibras celulósicas recicladas, incluíndo restos de tecidos de algodón como materia prima no seu proceso de produción. Tencel Lyocell e o proceso Refibra gañaron popularidade e foron utilizados por marcas ecolóxicas e marcas de "moda rápida" como *H&M*, *Inditex* ou *IKEA* (Lenzing Group, 2023).

Outras empresas de Europa tamén se sumaron ó desenvolvemento de fibras celulósicas sostibles. *Södra* en Suecia combina pasta de madeira con polímeros biodegradables para crear derivados de lyocell (*Södra*, s.d.), *TreeforTextile*, tamén en Suecia, colabora con *IKEA* e *H&M* na procura de tecnoloxías ecoeficientes (*TreeforTextile*, s.d.) e *Spinnova* en Finlandia produce fibras a partir de materias primas renovables sen o uso de produtos químicos ou disolventes nocivos (*Spinnova*, s.d.). Non parece casual que a creación de todas estas empresas é posterior o lanzamento despois da primeira Estratexia de Bioeconomía e do Plan

de Acción de Economía Circular da Unión Europea (Comisión Europea, 2012; 2015), a pesar de non recibir ningunha fondos europeos.

O final, dentro do total de empresas con materiais e procesos máis respetuosos co medio ambiente, se poden atopar tres grupos. Por unha banda, hai novas empresas que están a desenvolver tecnoloxías con menor impacto pero que aínda teñen pouca presenza no mercado e capacidade de produción. Por outra banda, grandes empresas, cunha longa tradición na industria química e celulósica, como *Lenzing*, transfórmanse nesta nova oportunidade máis sustentable. E, por último, os proxectos de novas instalación con gran capacidade de produción, debido a que estas transformacións de fábricas e iniciativas de novas empresas con modelos circulares non son suficientes para atender a crecente demanda de fibras celulósicas.

No caso do establecemento de novas instalacións, en particular en Galicia, está a proposta da empresa lusa *Altri* dunha nova infraestrutura en Palas de Rei para a elaboración estimada de 200.000 toneladas anuais deste tipo fibras celulósicas téxtiles, utilizando como materia prima principal madeira procedente dos bosques galegos, aínda que tamén de residuos téxtiles. A parte de ser un proxecto dunha necesidade moi alta de inversión (800 millóns), para levarse a cabo pídesse unha aportación superior o 25% de fondos Next Generation (300 millóns) para a súa realización (Impulsa Galicia, 2023). Actualmente aínda se atopan, sen resolución, pero sería necesario ter en conta un estudio de impacto ambiental, para poder ver a necesidade de enerxía e recursos acuíferos que podería necesitar.

## **5. EXPLORANDO AS POTENCIALIDADES E OS LÍMITES DAS FIBRAS CELULÓSICAS TEXTILES**

### **5.1. Nova composición téxtil**

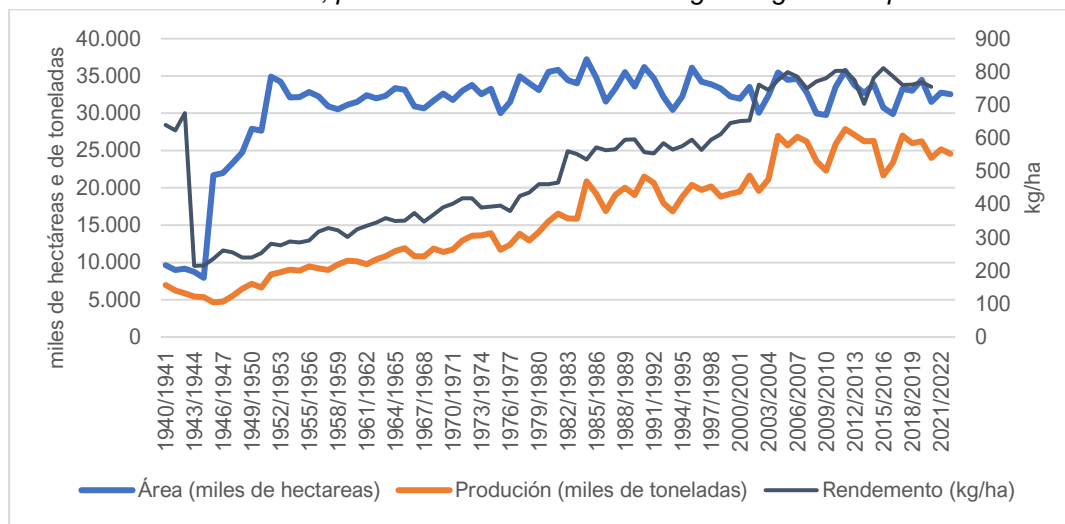
#### *5.1.1. Algodón e crecemento demanda téxtil*

O algodón ten sido tradicionalmente a materia prima base do sector téxtil. Non obstante, nos últimos tempos ten limitacións para satisfacer a alta demanda da industria. Iníciase xa as dificultades dende 1950, cando a superficie mundial do algodón acadou unha meseta, pero aínda así lógrase acompañar cun aumento do rendemento progresivo. Para aumentar o volume de produción para un área estanca (Gráfica 4), optouse por múltiples solucións, tales como a intensificación do regadío e o uso de pesticidas, pero ningunha foi máis determinante que os avances tecnolóxicos e biolóxicos nos cultivo. O desenvolvemento do algodón transxénico supón un punto de inflexión para o rendemento do cultivo (Gráfica 4).

Este algodón transxénico, hoxe en día representa o 76% da produción mundial (Kranthi, 2020). É altamente rendible pero moi prexudicial e contaminante a causa do excesivo uso de

auga, pesticidas e fertilizantes necesario para a súa produción. Tamén ten unha gran impacto nos cambios na biodiversidade e, en especial, das “pragas”. É por iso que na Unión Europea ten prohibida a súa plantación, a pesar de que as súas medidas de limitación das importacións sexan moito máis laxas (Comisión Europea, 2004).

Gráfica 4: Evolución da área, produción e rendemento do algodón global no período 1940-2022



Fonte: Elaboración propia a partir de datos extraídos do Comité Consultivo Internacional do Algodón (ICAC).

A pesar destes avances tecnolóxicos, dende o ano 2000, o rendemento do algodón tamén se aprecia estanco (Gráfica 4). O reto agora é que, dende 2006 en diante, a demanda é superior ó propio stock mundial do material (Haemmerle, 2011) e se estima que o algodón aumente só o 1,3% anualmente ata 2028 (Kaillo, 2021). Deste modo, aínda que o algodón é un recurso biodegradable e renovable, trataríase dunha evidencia onde a produción está sendo superior á biocapacidade de rexeneración. É a pesar desta sobreprodución, é pouco probable que o algodón puidese satisfacer esta demanda exponencial téxtil (Antikainen et al., 2017).

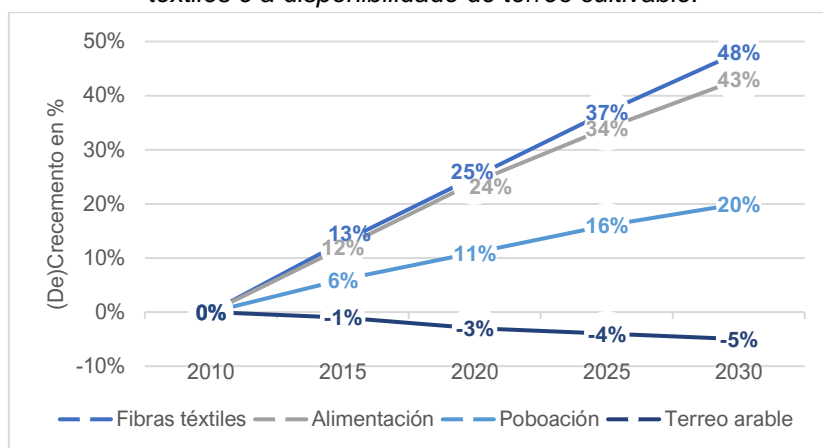
É neste punto onde aparece a fibra téxtil celulósica como posible substitutivo. Tanto o algodón como a maioría de fibras celulósicas producidas comparten a propiedade de absorber ben a humidade, propiedade difícil de atopar noutras fibras sintéticas actuais (Woodings et al., 2001). Esta posible substitución evidenciase no mercado no incremento máis pronunciado da produción das fibras celulósicas no período 2010-2013, xusto coa marcada subida de prezos do algodón (Young, 2017; Kallio, 2021).

Este carácter substitutivo das fibras celulósicas co algodón foi a base da explicación do “Celulose Gap” de Haemmerle. Para este autor, a alta demanda de fibras celulósicas é explicada polo aumento da poboación, co consecuente aumento da demanda da cadea alimentaria e en paralelo de fibras téxtiles. Neste punto, xérase unha presión sobre o terreo cultivable, que provoca o estancamento da produción do algodón en competición co

agroalimentario, situación a raíz da cal se xustifican as axudas de Estados Unidos, Europa e China ó algodón (2011).

No propio estudo, preséntase unha estimación da evolución da poboación mundial para o 2010-2030, xunto coa demanda de alimentos e téxtiles e da dispoñibilidade de terreo cultivable (Gráfica 5). Non obstante, o autor non detalla no escrito o porqué das diferentes tendencias entre os crecementos dos factores.

Gráfica 5: Estimación do 2010-2030 da evolución da poboación mundial, da demanda de alimentos e téxtiles e a dispoñibilidade de terreo cultivable.



Fonte: Elaboración propia a partir de Haemmerle, 2011

Ó comparar as demandas de bens co crecemento da poboación, obsérvase que o crecemento da demanda é considerablemente maior. Isto suscita preocupacións por unha posible sobreexplotación, xa que non só aumenta a poboación, senón tamén o consumo per cápita. Póñase en dúbida que este aumento do consumo conleva realmente un maior benestar, sobre todo no eido téxtil, que podería derivar en sobreproducción e desigualdades na compra de roupa, entre outros aspectos. Porén, o estudo de Haemmerle omite un factor crucial: os patróns de consumo e a acumulación de pezas de roupa de uso pouco frecuente. Neste sentido, cunha demanda de roupa que supera con creces a produción de algodón, non estaríamos a falar dun proceso de substitución, senón dunha ampliación da oferta en canto á diversidade de fibras.

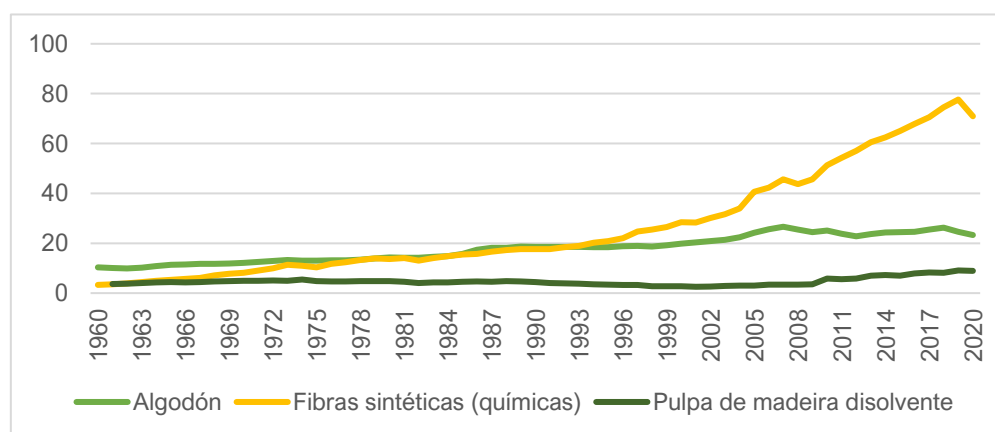
Por outra banda, Haemmerle sostén que a transición do algodón transxénico ás fibras celulósicas supón unha mellora do impacto ambiental. Segundo o seu argumento, as fibras celulósicas derivadas da madeira teñen múltiples vantaxes: os bosques están en terreos marxinais, é necesario menos terreo para producir a mesma cantidade de fibra, non son necesarios fertilizantes e pesticidas, o consumo de auga é moito menor debido á ausencia de irrigación, e a súa mellor pegada de carbono (2011). Non obstante, esta análise só considera a fase inicial da cadea de produción, é dicir, a silvicultura fronte ó cultivo de algodón, sen ter en conta o ciclo completo do produto, sen considerar a fase de produción, que é a

máis prexudicial, pero tamén outras actividades e a prolongación de vida do produto. Polo tanto, o enfoque de Haemmerle queda reducido cara o materialismo e a perspectiva limitada da dispoñibilidade de terras e cultivos e non ten en consideración cuestións máis amplas da Economía Circular.

### 5.1.2. Fibras sintéticas derivadas do petróleo e transformación

Dadas as limitacións do algodón para satisfacer a demanda da industria téxtil, xurdiron outras alternativas en forma de fibras sintéticas. En especial, as fibras sintéticas de derivados fósiles, como o poliéster ou a poliamida, aparecen cuns prezos máis competitivos que o algodón, nos anos 1972-1982, e logo mantéñense á par no período 1983-2008 (Krifa e Stevens, 2016). As vantaxes presentadas, como os baixos prezos, a versatilidade dos materiais, a facilidade de manipulación e o maior control directo nas fábricas en comparación cos cultivos de algodón (Krifa, 2012; 2013), contribuíron a que as fibras sintéticas derivadas de fósiles se converteran nunha alternativa viable nas fibras téxtiles. Concretamente, no período 1980-1990, as fibras sintéticas acadan un nivel similar de produción a do algodón.

Gráfica 6: Evolución da produción das principais fibras téxtiles no período 1960-2020.



Fonte: Elaboración propia a partir de datos extraídos da OECD e de FAOSTAT

Non é ata a década dos 90 cando as fibras sintéticas experimentan un crecemento exponencial (Gráfica 6). En concreto, non se pode illar o feito de que este crecemento sen precedentes coincida co Acordo sobre Téxtiles e Vestido (ATC) da OMC en 1998. Esta “crenza” de produción ilimitada coas fibras sintéticas derivadas do petróleo emparellouse perfectamente co contexto de aumento de demanda da expansión internacional do mercado.

En consecuencia, nos últimos 60 anos, cuadriplicouse a produción de fibras téxtiles (OECD/FAO, 2021; Niinimäki et al., 2020). O acelerador deste crecemento son, en particular, as fibras sintéticas, que viron multiplicada por oito a súa produción, mentres que o algodón, multiplícase só por tres no mesmo período, grazas ó transxénico. Poderíase apreciar deste modo que as fibras sintéticas, en especial, as derivadas fósiles, foron o facilitador para seguir o alto ritmo de produción da cadea téxtil neste período. Así, o crecemento do “moda rápida”

e das fibras sintéticas derivadas do petróleo retroalimentanse. Entón, nos anos 90 non só se sufriu unha transformación da moda na súa distribución, senón tamén nos seus materiais de manufactura (Gráfica 6).

O que se cuestionaría agora é que papel ten o medio ambiente nesta transición. Este traspaso e expansión das fibras sintéticas derivadas do petróleo, aínda que poido ser óptimo a nivel económico, non o é tanto dende o punto de vista ambiental.

As fibras sintéticas derivadas de fontes fósiles poden tardar máis de douscentos anos en degradarse (Minney, 2022) e contribúen nun 35% do total dos microplásticos nos océanos, (Malik Chua, 2022; Institution of Mechanical Engineers, 2018), especialmente mediante o lavado doméstico. Ademais, cada segundo descártanse ou incineranse aproximadamente 17,5 metros cúbicos de téxtiles, o equivalente a un camión de lixo (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Só na Unión Europea en 2021 mandáronse 112 millóns de prendas a Kenia, das que 37 millóns eran totalmente fabricadas de derivados fósiles, rematan en vertedoiros sen control, utilizadas como combustible e incrementando as emisións dos gases invernadoiro e provocando graves problemas de saúde (Changing Market Foundation, 2023). Polo tanto, poderíamos atopar unha correlación entre a dependencia da cadea téxtil e da moda rápida dos tecidos sintéticos e o aumento de contaminación e impacto ambiental do téxtil (Changing Markets, 2020).

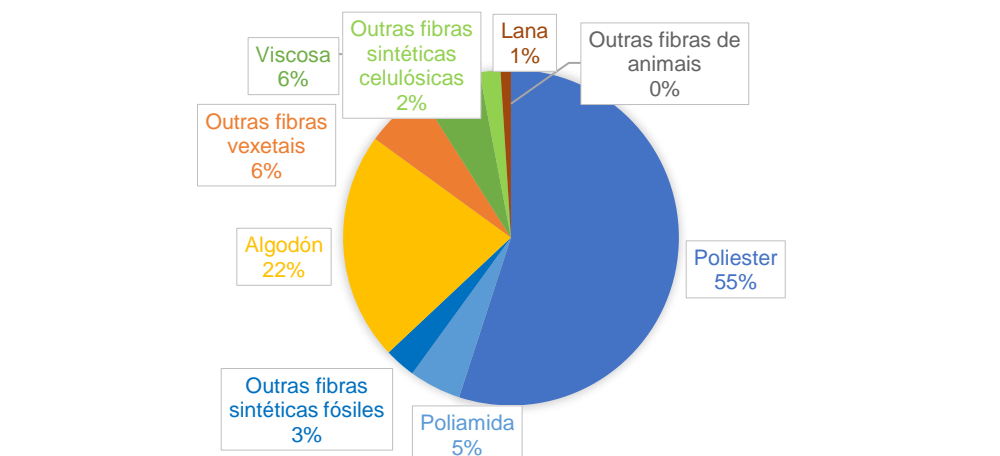
Nesta liña, aínda cabe identificar que cabida teñen as fibras sintéticas recicladas, derivadas de botellas de auga, microplásticos ou plásticos oceánicos, cada vez máis empregadas. Independentemente do seu orixe, o seu impacto ambiental segue sendo o mesmo co das fibras sintéticas fósiles tradicionais. Ademais, os propios plásticos reciclados non son de longa duración e o simple proceso da disolución para o seu fiado implica actualmente un intenso procesamento en químicos nocivos (Minney, 2022).

É importante tamén ter en conta que os impactos derivados de fontes fósiles van máis aló das fibras sintéticas. Mesmo na produción de algodón convencional, hai unha gran dependencia dos recursos fósiles para fertilizantes, insecticidas, procesos químicos e enerxía non renovable utilizadas en varias etapas da cadea téxtil (Minney, 2022). Polo tanto, pasar das fibras sintéticas ás celulósicas non sería suficiente para lograr a independencia do petróleo; a non ser que se implementen medidas coherentes en toda a cadea téxtil.

Polo tanto, os desafíos do téxtil respecto a composición virían de dúas bandas. Por unha banda, atoparíase o amplo peso das fibras sintéticas fósiles, máis do 60% produción (Gráfica 7). E, por outra banda, non se pode aumentar os material biolóxico mediante o incremento da produción do algodón, polas súas limitacións de áreas de cultivo (Haemmerle, 2011) e pola

necesidade ambiental dunha transición da sobreproducción do transxénico ó cultivo orgánico. É neste punto onde as fibras sintéticas celulósicas se presentan como a gran solución.

Gráfica 7: Distribución da produción global de fibras téxtiles 2021



Fonte: Datos extraídos de *Textile Exchange a partir de ICAC, FAO, IWTO, Mohair South Africa, Inserco, CIRFS, IVC, Maia Research,*

Unha das teorías para a alta aplicabilidade da substitución de fibras de derivados fósiles a celulósicas é que “se trata dunha solución rápida da que se obteñen beneficios nun curto prazo” (Fletcher, Grose e Hawyken, 2012). A industria da moda ten unha longa práctica de desenvolver e comercializar rapidamente novos materiais e deseños. A substitución das fibras fósiles por celulósicas pódese implementar rapidamente, cun impacto rápido sobre as vendas e posiblemente incrementándoas ó promover o seu carácter sustentable. Esta práctica adáptase á dinámica actual da industria sen esixir unha transformación radical, evitando cambios na produción ou impacto ambiental, así como prácticas de reparación ou "upcycling". Esta substitución redúcese a unha visión materialista de "máis do mesmo, pero ecolóxico".

## 5.2. Explotación dos recursos forestais

### 5.2.1. Xestión de bosques sustentables internacionais

A xestión forestal sostible defínese pola Comisión Europea na súa Estratexia Forestal 2030 como a busca de equilibrar a explotación e a preservación dos bosques (Comisión Europea, 2021a). Para tal misión, na industria téxtil, moitas empresas apostaron por certificacións de terceiros como Forest Stewardship Council (FSC) e o International Forest Certification Endorsement Program (PEFC). Ambas organizacións teñen orixe europeo e se fundaron na década dos 90, pero non foi ata 2014 cando ambas, lideradas por UNCE/FAO, impulsan a iniciativa “Forest4Fashion” (FSC, s.d.; PEFC, s.d.; FORESTS4FASHION | UNECE, s.d).

“Forest4Fashion” é un programa para a promoción de prendas de roupa de fibras celulósicas a través de actividades de investigación e sensibilización (FORESTS4FASHION | UNECE, s.d). A partir de aí, dende o ano 2017 FSC e o 2021 PEFC, lanzan o mercado prendas de roupa con etiquetado propio (FSC, s.d.; PEFC, s.d.; Textile Exchange, 2022). A cota de mercado das empresas téxtiles con estas certificación aumentou do 55-60% en 2020 ó 60-65% en 2021 (Textile Exchange, 2022). Para a iniciativa “Forest4Fashion” o rápido crecemento deste tipo de fibras téxtiles implica "o comezo dalgo máis grande" (UNECE, 2017) e representan a "única fonte potencial" de materiais téxtiles sostibles capaces de satisfacer as necesidades globais. (FORESTS4FASHION | UNECE, s.d).

Non obstante, existe unha dicotomía entre a silvicultura e a preservación dos servizos ambientais. Aínda que estas certificacións favorecen a silvicultura sostible, a preservación dos bosques e dos seus servizos ecolóxicos non é un foco prioritario. Quizais para sumarse a esta visión ou en contraposición a ela, a Unión Europea tiña previsto implantar para o primeiro trimestre de 2023 un esquema de certificación de xestión forestal "próxima á natureza", pero non se estableceu directrices específicas ó respecto (Comisión Europea, 2021a). Actualmente aínda está pendente a elaboración desta certificación, e as únicas directrices levadas a cabo desta estratexia son para apoiar as accións de plantacións de árbores e protexer bosques maduros (Comisión Europea, 2023b), parecendo, a primeira instancia, contraditorias. Deste modo, a explotación e preservación dos bosques parecen medidas que entrelazan moitas eleccións nas que é necesario primar unha ou outra vertente.

### *5.2.2. Condicionantes forestais*

#### *5.2.2.1. Substitución coa industria madeireira e consecuencias como sumidoiro de CO<sub>2</sub>*

A actividade forestal pode ter impactos negativos sobre a capacidade dos bosques de captar carbono ó longo prazo, a pesar da xestión sostible e esa busca do equilibrio entre explotación e preservación do medio ambiente. Na propia Estratexia Forestal de 2030 da Unión Europea, se recoñece que é improbable que os beneficios dos produtos de madeira superen a redución do sumidoiro forestal neto asociado ó aumento da explotación a curto e medio prazo (Comisión Europea, 2021). O período necesario para esta compensación sería, para algúns, ata 2050 (Comisión Europa, 2021) ou para outros, mínimo dun século (Hurmekoski et al., 2022; 2023). Isto ven debido, entre outros, a presión que se exerce na explotación forestal e na industria da madeira. Un aumento da cota de mercado da madeira pode aumentar a concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico para 2050 (Hurmekoski et al., 2023).

Ademais, o crecemento sostido da produción de fibra celulósica a longo prazo enfróntase a dificultades debido ás grandes explotacións necesarias na industria forestal, cunha taxa media de 0,9 Mt/ano entre 2018 e 2035 (Kallio, 2021). Isto podería limitar a dispoñibilidade doutros produtos forestais elaborados a partir de madeira (Kallio, 2021) pero podería ocupar o oco da redución dos produtos como o papel, debido a dixitalización, nas industrias celulósicas (Hurmekoski et al., 2023). Independentemente, como resultado, os prezos mundiais da madeira e a polpa disolvente aumentarían debido ó aumento da demanda dos seus produtos derivados (Kallio, 2021).

Para contrarrestar estas consecuencias non desexadas, unha opción próxima o “diagrama da bolboreta” ou dos bucles da Economía Circular (Ellen MacArthur Foundation, 2013; Stahel, 2019), sería aproveitar os subprodutos da produción de celulosa e convertelos en materiais e produtos químicos para as biorefinerías (Kallio, 2021; Van Heiningen, 2006) ou mesmo utilizar, para a súa propia produción, subprodutos e residuos da industria madeireira e da limpeza forestal. Non obstante, o fomento da produción de fibras téxtiles a partir de residuos da industria da madeira podería aumentar a oferta de produtos intermedios de madeira nun 0,95% por cada aumento unitario da demanda global (Kallio, 2021; Hurmekoski et al., 2023). Isto subliña a necesidade de cambios na produción e uso da madeira en lugar de unha expansión indiscriminada.

É fundamental considerar tódolos os axentes e sectores implicados na produción de fibras téxtiles celulósicas para avaliar o impacto ambiental global. A descarbonización doutros sectores reduciría máis as emisións de carbono das que se poderían conseguir mediante a substitución, o que implicaría un aumento das emisións de carbono procedentes da silvicultura e unha menor necesidade de evitar emisións adicionais de combustibles fósiles a través da madeira (Kallio, 2021).

En concreto, considérase que se se cumprise a descarbonización doutros sectores como marca o Acordo de París, reduciríanse máis as emisións de carbono das que se poderían conseguir mediante a substitución. Isto vería incrementado o período de compensación do aumento de emisión de carbono da explotación forestal. Entón, se diminuiría a necesidade de evitar emisións adicionais de combustibles fósiles a través da madeira (Hurmekoski et al., 2023).

Por outro lado, nestes estudos, non se teñen en consideración as fugas internacionais, intersectoriais ou intertemporais, nas que as emisións de combustibles fósiles evitadas nun sector poden ser utilizadas por outro país, sector (Kallio e Solberg, 2018; Harmon, 2019; Hurmekoski et al., 2023) ou no futuro, cos posibles efecto rebote (Korhonen et al., 2018). Isto evidencia a necesidade de accións que supoñan un cambio de paradigma global e sistémico en lugar de solucións ou “parches” específicos ou puntuais.

### 5.2.2.2. Deforestación e perda de especies autóctonas e áreas forestais lonxevas

A ameaza da protección dos bosques polo favorecemento da explotación forestal está fundamentada en casos de deforestación, tanto do pasado como da actualidade, de empresas de fibras celulósicas. Un dos máis recoñecidos atópase actualmente en Malaisia e Indonesia.

Figura 3: Mapa de Malaisia e Indonesia coa representación da perda de cobertura arbórea coa densidade del doxel arbóreo > 10% no período 2001-2021 e concesións de fibra de madeira no 2021



Fonte: Elaboración propia coa ferramenta Global Forest Watch e datos aportados de Hansen/UMD/Google/USGS/NASA, Ministerio de Bosques/Asia Pulp and Paper/Abril e Earthsight Investigations & Global Witness; accedidos a través de Global Forest Watch 26/04/2023

Malaisia e Indonesia son dos países con maiores problemas de deforestación mundial, e ó mesmo tempo se seguen aumentando as concesións para fibra de madeira (Figura 3). Un dos casos de deforestación en Indonesia está directamente vinculado a un dos principais provedores de madeira para fibras celulósicas, *APRIL*; que pertence o mesmo grupo *RGE* que unha das máis grandes produtoras de fibras celulósicas, *Sateri*. Entre 2015 e 2020, se documentaron máis de 7.000 hectáreas de deforestación, na zona concedida a *Adindo* (provedora de *APRIL*) en Kalimantan, a parte indonesia da illa de Borneo. Aínda que *APRIL* fixo unha reclamación ó facerse público o desastre, tanto *Adindo* como *APRIL* continuaron aceptando polpa doutras concesión de *Kalimantan*, onde se sufriron grandes deforestacións en tódolos territorios en 2018 e 2019 (Changing Markets, 2020). Esta situación podería asemellar impensable nun contexto europeo, pero xa se atopan problemas de alta presión forestal de forma continuada, con consecuencias como a perda de especies autóctonas ou áreas forestais lonxevas.

As fibras celulósicas, en xeral, xéranse cunha base de celulosa ou pasta de madeira, derivada de árbores como o eucalipto, a faia e o piñeiro, así como de plantas como o bambú ou cáñamo (Seisl e Hengstmann, 2021; Lawson et al., 2022). Polo tanto, o aumento da produción deste tipo de tecidos derivaría nun aumento de bosques desta tipoloxía de árbores, que poden non

ser autóctonos en moitas das grandes superficies forestais europeas. En Europa, incluíndo Rusia, nas plantacións forestais a proporción de especies introducidas (78%) é xa moito superior as de nativas (22%) (FAO, 2020). Isto podería contradicir a propia estratexia forestal europea e o principio de “plantar e cultivar a árbore adecuada no lugar axeitado e coa finalidade correcta” (Comisión Europea, 2021a). Esta substitución de especies é unha das presións forestais máis importantes que podería desencadear a deforestación en Europa ademais das consecuencias implícitas de mudas de bosques vírxenes a plantacións. A conversión a outros tipos de bosques, incluídos monocultivos, e a replantación con especies non nativas exerceu unha presión nos bosques que afectou a 12,5 mil hectáreas entre 2013 e 2018 na Unión Europea (EEA, 2023).

Ademais, non se pode esquecer que os árbores de maior lonxevidade teñen unha maior capacidade como sumidoiros de carbono que as novas plantacións (Comisión Europea, 2021a). Na Unión Europea, no período 2013 a 2018, a propia xestión forestal reduciu os bosques de longa duración en 8,3 mil hectáreas mentres que a conversión dos bosques, tanto a outros usos da terra como a propia replantación, aplica presión a 7,3 mil hectáreas (EEA, 2023).

Tanto a substitución por especies non autóctonas coma a disputa dos sumidoiros de carbono de áreas forestais lonxevas pódense apreciar en Galicia. Só eucalipto (*Eucalyptus spp*), a principal especie de plantación introducida, xa supón o 28% (409.026 ha) do total da superficie galega (IFCG, 2023). Este peso vese máis que duplicado con respecto ó que tiña no 2011 (12%) mentres que en valor absoluto é superior a metade (248.169 ha) (IFN, 2011). Entón, mentres que o crecemento da superficie forestal galega só foi do 2,9%, o dos eucaliptos foi do 64,8% (IFN, 2011; IFCG, 2023). Xustamente, a maioría das áreas forestais máis lonxevas están formadas por frondosas, como o castaño (*Castanea sativa*), e coníferas, como o pino marítimo (*Pinus pinaster*) (IFN, 2011).

Ó facer unha valoración económica e ambiental desta substitución de especies das áreas forestais galegas, poderíase chegar a supoñer, dentro dunha visión económica convencional, esta situación como “subóptima”. O valor por hectáreas anualmente do eucalipto é de 1.241,65 €/ha mentres que do *Quercus robur* en mestura con frondosas autóctonas 429,7 €/ha; e se nos focalizamos nas repoboacións xoves de eucaliptos é de 1255,32 €/a mentres que o rexenerado de frondosas autóctonas 289,76 €/ha (IFN, 2011). Economicamente, poderíase supoñer que non hai incentivos para fomentar as especies autóctonas.

Adicionalmente, respecto o papel dos bosques galegos como sumidoiros de carbono, mentres que en valor absoluto os eucaliptos son os que maior cantidade carbono absorben, cando se analiza o carbono fixado por hectárea, o maior sumidoiro serían os carballos en mestura con frondosas autóctonas (IFN, 2023). Isto se podería deber á propia lonxevidade

destas áreas forestais ó ser autóctonas de Galicia, tendo unha aportación ambiental maior por superficie. Entón, tanto os eucaliptos actuais derivados do impulso do sector madeireiro en Galicia, como o posible aumento de replantacións co incremento da demanda dunha nova instalación de fibras celulósicas téxtiles, reduciría a propia capacidade total dos bosques como sumidoiros de CO<sub>2</sub>. Polo tanto, a nivel ambiental, a decisión non se podería considerar tan óptima como asemella.

En conclusión, no caso de instalar unha nova fábrica de produción de fibras celulósicas en Galicia, como a proposta por Altri, co eucalipto como principal materia prima, poderíase prever un reforzamento desta perda de especies autóctonas e áreas forestais lonxevas coas implicacións de presión cara a deforestación que iso supoñería.

### *5.2.3. Compatibilizar cos servizos ambientais*

A explotación forestal de fibras celulósicas supón retos en termos de deforestación, perda de biodiversidade e servizos ambientais. As certificacións forestais, defensoras da “xestión sostible” poden entrar en conflito coa creación de áreas protexidas e a conservación da biodiversidade.

Algunhas visións, como a da Unión Europea, manteñen que a rendibilidade económica dos montes mediante o aproveitamento sostible dos seus bens directos é unha forma de garantir os servizos ambientais que prestan, sinalando tamén a importancia da delimitación de fronteiras e de non comprometer os servizos ambientais. (Comisión Europea, 2021a; Rodríguez-Chaves, 2020). En consecuencia, son necesarias medidas adicionais, como o uso de técnicas de rexeneración melloradas e consideracións sobre os impactos nos sistemas de auga, a diversidade xenética e a resiliencia forestal; a parte de avaliar se realmente é necesario este aumento de produción.

As certificacións para a explotación forestal como o PEFC ou FSC indirectamente poden ir á contra do establecemento de parques naturais ou a Rede Natura 2000 de protección na Unión Europea. Agora, esta rede inclúe uns 37,5 millóns de hectáreas de monte, é dicir, o 23% dos bosques europeos e a estimación da Estratexia da Unión en materia de biodiversidade que prevé, en particular, a ampliación das áreas protexidas 30% (Comisión Europea, 2021a; Parlamento Europeo, 2022). Pero esta monetización dos bosques incentivaría economicamente ós propietarios e xestores forestais a explotar os materiais e produtos madeireiros e non madeireiros, en vez de manter os servizos ecosistémicos mediante a protección, restauración e resiliencia dos bosques (Comisión Europea, 2021a).

En conclusión, o aumento da produción e uso de produtos derivados da madeira supoñen retos adicionais para a mitigación do cambio climático; e co sector téxtil veríanse magnificados. Son necesarias consideracións adicionais para apreciar unha “xestión

sustentable” dos bosques cara o aumento da explotación forestal. Algunhas propostas son o uso de técnicas de rexeneración melloradas (Heinonen et al., 2018), pero un cambio significativo sería un cambio no consumo xeral e un prolongamento da vida útil dos produtos madeireiros.

### **5.3. Políticas da UE para a promoción da Bioeconomía téxtil**

A industria das fibras celulósicas está altamente interrelacionada cos sectores téxtil, forestal e químico. Para ter unha perspectiva sistémica da Economía Circular e a Bioeconomía nesta industria cabe identificar o impacto que a Unión Europea tivo, polo menos, nestes tres ámbitos.

A Estratexia de Bioeconomía da Unión Europea 2018 ten como obxectivo avaliar as políticas e normativas que apoian ou dificultan as innovacións baseadas na biomasa sostible. Destácase o potencial das innovacións téxtiles baseadas na biomasa leñosa para substituír as fibras sintéticas e “revitalizar as rexións boscosas”, cun efecto de substitución estimado de 1,4-4,3 kg C/kg C. Nela se identifica a influencia e o papel do Estado no mercado coas evidencias da Directiva de Plásticos de Uso Único na promoción da substitución dos derivados fósiles co uso de envases de nanocelulosa e se incita a replicar este modelo (Comisión Europea, 2018).

Cronoloxicamente, na década de 2010 foi cando se estableceu unha visión e as bases, a través do Plan de Acción de Bioeconomía de 2012 e do Plan de Acción de Economía Circular de 2015, e a partir da década de 2020 leváronse a cabo diversas estratexias e normativas específicas para sectores clave e industria. A complementariedade reducionista entre ambas iniciativas mantense o longo das estratexias, onde a Bioeconomía céntrase nas fontes de materiais biolóxicos mentres que a Economía Circular céntrase nos residuos. A cuestión dos proceso de fabricación e as emisión de CO<sub>2</sub> veríanse reflexadas no Pacto Verde, configurando así o conxunto de “parches” (Táboa 9).

Ó longo destas visións, a consideración e mención de propostas para o téxtil é unha constante. A acción base da Unión Europea no sector da moda é a Estratexia para os téxtiles sustentables e circulares. Nel se expresan as diferentes iniciativas que se están elaborando, no presente como de cara o futuro, para mellorar a sustentabilidade da moda fomentando a descarbonización da industrial téxtil mediante a reciclaxe e innovación de base biolóxica para a redución da dependencia dos combustibles fósiles (Comisión Europea, 2022).

As fibras celulósicas téxtiles veríanse impulsadas así na Unión Europea ó relacionarse con esta visión en conxunto das estratexias (Táboa 9).

Táboa 9: Evolución das principais acción e Políticas da Unión Europea que inflúen no sector das fibras celulósicas téxtiles

Accións e Políticas Unión Europea	Ano	Descrición ou aplicación específica o sector das fibras celulósicas téxtiles	Fonte
Directiva de Seguridade Xeral de Produto	2001	Estándares europeos para produtos específicos como roupa infantil , calzado e fibras téxtiles relacionadas coa toxicidade e materiais empregados	Directiva 2001/95/EC
Documento de referencia das mellores técnicas dispoñibles para o téxtil (BAT UE)	2010	Pon límites no uso de químicos no proceso; abrangue as operacións de pretratamento como o lavado, branqueament e tinguidura de fibras téxtiles, propoñendo ampliación ó acabado, e o tratamento de augas residuais. Foco contaminación aire e auga.	Directiva 2010/75/EU
Regulamento de Etiquetado Textil	2011	No téxtil obrigatoriedade no etiquetado de indicar o contido de fibras e partes non téxtiles de orixe animal	Regulamento (EU) 1007/2011
Estratexia de Bioeconomía	2012	Téxtil como sector clave para reducir a dependencia de recursos non renovables	COM(2012) 60
Plan de Acción para a Bioeconomía	2018	téxtil como “produtos manufacturados de base biolóxica”, potencial na creación de emprego e valor e como relación da Bioeconomía e a Estratexia Industrial do Pacto de Crecemento Verde	COM(2018) 673
Pacto Verde Europeo	2019	Téxtiles identificado como requirimento de foco de acción por ser un sector intensivo en recursos e proposta da Bioeconomía como solución. Proponse estender a responsabilidade das empresas téxtiles.	COM(2019) 640
Nova Estratexia Industrial para Europa	2020	Promover a competitividade global europea verde e dixital co téxtil	COM(2022) 102
Plan de Acción de Economía Circular	2020	Téxtil identificado como foco de acción por ser un sector intensivo en recursos e alto potencial para a circularidade	COM(2020) 98
Plan Climático Obxectivo 2030	2020	Lei para crear políticas acorde coa proposta do Plan Climático Obxectivo 2030.	COM(2020) 562
Estratexia Química cara un Medio Ambiente Libre de Tóxicos	2020	Téxtil definido como clave para a Vía Transitoria da Industria Química	COM(2020) 667
Estratexia Biodiversidade	2020	Recoñece o seu papel fundamental dos bosques na bio Economía Circular	COM(2020) 380
Actualización Estratexia Industrial para Europa	2021	Engádesse concepto resiliencia polo covid19 e a concreción rutas de transición para os ecosistemas industriais máis relevantes. Téxtil unha das tres sectores clave.	COM(2021) 350
Pacto UE para las habilidades para los ecosistemas téxtiles	2021	Alianza de EURATEX, CEC e COTANCE. Parte do Pacto UE para as habilidades: formación en novas competencias; servizos de redes, centros de coñecemento e orientación e recursos	Comisión Europea, 2021b
Lei Climática Europea	2021	Propostas legislativas para crear políticas co obxectivo de logra unha redución neta de do 55% en emisións de gases invernadoiro	Regulamento (EU) 2021/1119
REACH4Textile	2021	Rexistro, Avaliación, Autorización e Restrición Química para a protección da saúde e ambiental abordando substancias perigosas no téxtil	Regulamento (EC) 1907/2006
Regulamento de Envíos de Residuos	2021	Asegurar que os residuos exportados sexan xestionados de maneira ambiental nos países de destino	COM(2021) 709
Estratexia Forestal	2021	Mención a Bioeconomía como pilar fundamental. Dentro deste, potencialmente dos téxtiles de base biolóxica.	COM(2021) 572
<b>Estratexia para os Téxtiles sustentables e circulares</b>	<b>2022</b>	<b>Estratexia específica co sector, onde se expresa a necesidade de transición e propostas de medidas a levar a cabo. Mención o desenvolvemento de fibras de orixe vexetal</b>	<b>COM(2022) 141</b>
Revisión Directiva sobre residuos	2022	Os Estados membros deberán establecer a recollida selectiva de residuos téxtiles a partir de xaneiro de 2025 e se considera a extensión da responsabilidade do produtor no téxtil	Directiva 2008/98/ECL
Ecodeseño para Produtos Sustentable	2022	Inclusión Pasaporte Dixital de Produto (DPP) . Téxtiles definido como unha das áreas prioritarias pero aínda pendente determinar o alcance	COM(2022) 142
Plan Industrial de Crecemento Verde	2023	Escalar a manufactura de tecnoloxías limpas e equipar correctamente a industria para a transición dunha enerxía limpa	COM(2023) 62
Lei de Industria Neta Cero	2023	Lei para cumprir ó obxectivo do Plan Industrial de Crecemento Verde	COM(2023) 161

Fonte: Elaboración propia a partir de datos extraídos da diferentes fontes e utilizando como guía Mubareka et al., 2023 e Comisión Europea, Dirección Xeral de Mercado Interno, Emprendedora e PeMEs, 2023.

A promoción deste sector por parte da Unión Europea pódese apreciar máis explicitamente ó realizar unha análise dos fondos para investigación e innovación que se aportaron neste mesmo período en relación os diferentes plans de accións e estratexias.

A Comisión Europea expresa que os axentes de interese destacan a produción e desenvolvemento de novas fibras de base biolóxica, reciclables ou renovables como un dos investimentos máis necesarios (2023a). Para levalo a cabo, identifícase os principais programas de fondos europeos que poden executar esta tarefa no período 2021-2007 incluíndo Horizon Europe, Recovery and Resilience Facility e European Regional Development Funds (ERDF) and Cohesion Funds como os de maior peso (Táboa 10).

Dos fondos Horizon 2020, incluídos os 5,4 mil millóns de euros dos Next Generation, para este período do 2021 o 2027 se dispoñía dun total de case un billón de euros (95,5 mil millóns de euros). Dese total, no mesmo período, os proxectos identificados como fibras téxtiles celulósicas supoñerían unha aportación de case 28,9 mil millóns, podendo supoñer o 30% da inversión total. Ó analizar o total aportado pola Unión Europea con fondos Horizon 2020 ó longo do tempo a estes proxectos de fibras celulósicas téxtiles, a cantidade podería alcanzar os 48 mil millóns de euros nos últimos 20 anos. Se a esta cantidade se lle engaden outros fondos, como os Horizon, FP7 ou FP5, o total acadado neste período pola industria de fibras celulósicas téxtiles podería ser de aproximadamente 61 mil millóns de euros. Con estes datos, pódese apreciar a clara axuda que a Unión Europea aportou neste sector (Táboa 10).

Por outro lado, si se escruta o detalle os principais coordinadores<sup>5</sup> destes proxectos de fibras celulósicas téxtiles, de orixe biolóxica ou reciclada, tamén podería apreciarse un interese e grao de especialización de certos países dentro de Europa. Os proxectos máis grandes en termos de financiación europea foron xestionados por Bélxica, seguida de Finlandia e Suecia. Ó analizar este mesmo podio por número de proxectos, atópase Finlandia seguida de Bélxica, Suecia e Francia empatadas no terceiro posto. Non é e estrañar a presenza de Finlandia e Suecia nos primeiros lugares polo seu amplo desenvolvemento forestal e dispoñibilidade da materia prima. Por outro lado, tamén chama a atención a mínima presenza de Francia no podio, probablemente causada pola súa forte tradición téxtil, aínda que a súa contía é moito menor cá dos outros países, sendo dez veces inferior á de Bélxica. É precisamente a posición dominante de Bélxica o máis salientable, xa que non hai unha intuición previa do motivo, polo que cabería indagar no tema máis a fondo para atopar posibles explicacións.

---

<sup>5</sup> Os coordinadores non teñen que ser en tódolos casos os que recollen o 100% de ditos fondos, sendo repartidos normalmente por outras entidades colaboradoras.

Táboa 10: Proxectos de tecidos téxtiles celulósicos da Unión Europea, orde de maior a menos aportación da Unión Europea, no período 2007-2021

Tipoloxía de tecido celulósico do proxecto	Acrónimo	Nome	Período	Coordinador	País coordinador	Aportación UE	Tipo Fondos	Foco dentro do Fondo
Reciclaxe	RESYNTEX	Un novo concepto de Economía Circular: dende os residuos téxtiles ata as materias primas das industrias químicas e téxtiles	2015-2019	Soex Textil-Vermarktungsgesellschaft	Alemaña	8.787.749,25 €	H2020	Facilitar a transición cara a unha economía e sociedade verdes mediante a ecoinnovación e avanzar cara a unha Economía Circular mediante a simbiose industrial
Reciclaxe	SCIRT	Circularidade do sistema e recling innovador de téxtiles	2021-2024	Vlaamse Instelling Voor Technologisch Onderzoek	Bélxica	7.996.543,98 €	H2020	Facilitar a transición cara a unha economía e sociedade verdes a través da ecoinnovación e desenvolver e pilotar sistemas circulares nos sectores de plásticos, téxtiles e mobles.
Reciclaxe	CISUTAC	Téxtil e roupa circular e sostible	2022-2026	Centre Scientifique & Technique del'Industrie Textile Belge	Bélxica	7.972.753,00 €	HORIZON	Alimentación, Bioeconomía Recursos Naturais, Agricultura e Medio Ambiente e Sistemas Circulares
Reciclaxe	Trash-2-Cash	Deseño produtos de alto valor a partir de téxtiles e fibras de valor cero mediante tecnoloxías orientadas ó deseño	2015-2018	Rise Research Institutes of Sweden	Suecia	7.933.461,00 €	H2020	Materiais para unha industria sostible, eficiente no uso dos recursos e de baixas emisións e solucións de materiais para o seu uso no sector da industria creativa
Reciclaxe	New Cotton	Demostración e lanzamento de produtos téxtiles New Cotton rexenerados, biodegradables e de alto rendemento ós mercados de consumo mediante unha cadea de subministración circular innovadora que utiliza tecnoloxía Infinited Fiber	2020-2023	Infinited Fiber Company	Finlandia	6.745.801,25 €	H2020	Apoio ó desenvolvemento do mercado de produtos e procesos de base biolóxica e desenvolvemento de biorrefinerías integradas
Base biolóxica	HEREWEAR	Desgaste circular sostible local de base bio	2020-2024	Centre Scientifique & Technique del'Industrie Textile Belge	Bélxica	6.158.830,00 €	H2020	Apoio ó desenvolvemento do mercado de produtos e procesos de base biolóxica e desenvolvemento de biorrefinerías integradas
Base biolóxica	FibreNet	Unha rede de formación sobre o deseño de novos produtos de fibra de base biolóxica para propiedades avanzadas específicas e novas aplicacións	2017-2022	Tampereen Korkeakoulusaatio	Finlandia	3.832.629,48 €	H2020	Fomento de novas competencias mediante unha excelente formación inicial dos investigadores
Base biolóxica	GRETE	Produtos químicos e tecnoloxías verdes para a cadea de valor da madeira ó téxtil	2019-2023	Teknologian Tutkimuskeskus vtt	Finlandia	2.555.243,75 €	H2020	Iniciativa tecnolóxica conxunta de industrias de base biolóxica (BBI-JTI) e aplica tecnoloxías innovadoras emerxentes para mellorar as cadeas de valor existentes

Tipoloxía de tecido celulósico do proxecto	Acrónimo	Nome	Período	Coordinador	País coordinador	Aportación UE	Tipo Fondos	Foco dentro do Fondo
Base biolóxica	ECOLASTAN E	Unha nova tecnoloxía para producir fibras téxtiles sintéticas de base biolóxica a partir de monómeros furánicos derivados da biomasa	2013-2016	Asociación Murciana Industrias Químicas	España	2.125.000,00 €	FP7	Programa específico "Capacidades": Investigación en beneficio das pemes
Reciclaxe	NewNormal	Nova tecnoloxía de produción de fibra sostible	2019-2021	Infinited Fiber Company	Finlandia	1.953.875,00 €	H2020	Innovación nas pemes e desafíos sociais prioritarios e líderes en tecnoloxías habilitantes e industriais
Base biolóxica	NEOCEL	Novos procesos para materiais sostibles a base de celulosa	2016-2019	Rise Research Institutes of Sweden	Suecia	1.934.233,25 €	H2020	Iniciativa tecnolóxica conxunta de industrias de base biolóxica (BBI-JTI) e materiais a base de celulosa sostibles
Base biolóxica	CELLU-UPGRADE	Mellorar a competitividade da industria téxtil e de confección europea mediante o desenvolvemento de novos métodos para a mellora dos materiais téxtiles celulósicos.	2000-2003	Vlisco	Países Baixos	1.086.075,00 €	FP5	Programa de investigación, desenvolvemento tecnolóxico e demostración sobre "Crecemento competitivo e sostible 1998-2002" e Acción clave Produtos, procesos e organización innovadores
Base biolóxica	HIGHTEX-BIOLOSE	Bioteconoloxías avanzadas para a produción limpa de fibras téxtiles celulósicas	2001-2004	Institut Francais du Textile et de l'Habillement	Francia	1.040.797,00 €	FP5	Programa de investigación, desenvolvemento tecnolóxico e demostración sobre "Crecemento competitivo e sostible 1998-2002" e Acción clave Produtos, procesos e organización innovadores
Base biolóxica	SMARTWASTE	Téxtiles intelixentes feitos a partir de agricultura e materiais de refugallo naturais	2023-2026	Istanbul Teknik Universitesi	Turquía	869.400,00 €	HORIZON	Intercambios de persoal MSCA 2021
Base biolóxica	BIFTTEC	Fibra innovadora de bambú para téxtil técnico e conservación do medio ambiente	2012-2014	Bamboo Fibers Technology	Francia	112.258,70 €	FP7	Desenvolvemento dun proceso de fibra de bambú axeitado para aplicacións de compostos aeronáuticos
Base biolóxica	-	Desenvolvemento de novas membranas téxtiles recubertas utilizando fibras vexetais	1997-1998	J&D Wilkie	Reino Unido	-	FP4-BRITE/URAM 3	Programa específico de investigación e desenvolvemento tecnolóxico no ámbito das tecnoloxías industriais e dos materiais, 1994-1998

Fonte: Elaboración propia a partir da información e datos extraídos de CORDIS, 2023

Ademais, estas políticas e fondos europeos provocan unha onda expansiva cara as propias estratexias nacionais. Dez dos 27 países da Unión Europea, maioritariamente os do centro, teñen plans de acción, estratexias e políticas de Bioeconomía propias. En todos estes programas propios promoven principios de “fervenza” ou “eficiencia do recurso” para a biomasa ó mesmo tempo que promoven investimentos na investigación, innovación e desenvolvemento de mercado da Bioeconomía. En particular, en tódalas estratexias de Bioeconomía destes Estados Membros cóbrese o sector das fibras téxtiles de base biolóxica (Comisión Europea, 2023a).

#### 5.4. Diferencias ambientais entre o aumento de distintas fibras celulósicas

##### 5.4.1. Avaliación do impacto ambiental das diferentes fibras celulósicas

Ó falar dunha transición as fibras celulósicas sería necesaria especificar a que tipo. Non tódalas fibras celulósicas teñen a mesma cota de mercado nin teñen o mesmo impacto ambiental. Aínda ser todas fibras sintéticas derivadas da madeira, ó impacto ambiental varía o elaborar un análise do ciclo de vida do produto (LCA) (Shen e Patel, 2010).

Neste traballo se fai unha análise a partir dos datos recollidos polo estudo de Shen e Patel, 2010. Realizouse unha comparativa de tres fibras celulósicas xunto con unha fibra sintética derivada fósil e o algodón. As fibras celulósicas téxtiles seleccionadas serían unha mostra representativa dun caso dunha fábrica de viscosa asiática, unha fábrica de modal, máis contaminante que a viscosa, pero dentro da lexislación europea, e a produción de Tencel Lyocell na empresa *Lenzing*.

Primeiro, co exemplo dun inventario para o análise do LCA, xa se poderían observar as primeiras grandes diferencias dentro dos elementos estudados (Táboa 11).

*Táboa 11: Descrición das diferentes fibras téxtiles analizadas para o impacto ambiental en relación a súa orixe, procesos e fonte de materias primas e enerxía*

	Lugar industria	Territorio orixe materia prima	Fonte materia prima	Fonte combustión e enerxía	Electricidade	Producción de pulpa e fibra
Viscosa	Asia	Hemisferio Sur	Eucalipto	99% combustibles fósiles, principalmente carbón e petróleo	Rede rexional	Separada
Modal	Europa	50% Austria 50% Europa	Eucalipto e Haia	60% a partir de subproductos do proceso + 40% corteza comprada e recuperación de residuos sólidos municipais	Autosuficiente	Integrada
Lyocell 2012 (proceso Tencel)	Europa (Austria)	50% Austria 50% Europa	Eucalipto e Haia	100% incineración de residuos sólidos municipais	Autosuficiente	Separada
Algodón	Promedio EEUU y China		Algodón (cultivo)			
PET (Tereftalato de polietileno)	Promedio de la producción Europea Occidental		Petróleo - Fósil			

*Fonte: Elaboración propia a partir de datos extraídos por Shen e Patel, 2010*

Como primeira observación, apréciase a diferente mestura de enerxía para as diferentes fabricacións. O subministro enerxético das fibras asiáticas aínda sería moi dependente de derivados fósiles. Mentres, en Europa poderíase atopar empresas nas cales as fontes renovables teñen un maior peso ou mesmo supoñen a totalidade da enerxía. O cambio de subministro ten unha alta implicación no impacto ambiental final, ó ser un máis intensivo que o outro en derivados fósiles.

Outra observación podería ser o detalle da distancia entre a postura das fábricas respecto ó territorio de orixe da materia prima. Neste exemplo, as fábricas chinas abasteceríanse dos bosques do hemisferio sur, en concreto, do sueste asiático, mentres que as fábricas europeas teñen unha explotación máis próxima ás fábricas, que se mantería dentro do mesmo país ou na Unión Europea. Isto evidencia como os estándares de control, calidade e trazabilidade, xunto cos costes de transporte, se consideran elementos clave dentro da produción europea, a diferenza da estratexia de deslocalización das fábricas asiáticas, máis baseada no aproveitamento de costes e lexislación (Táboa 11).

Nunha análise máis detallada, ademais das categorías do estudo de LCA, tamén se engadiron os datos aportados do gasto de recursos enerxéticos e acuíferos, xa que, como procesos intensivos en emisións ou materia prima escasa, se consideran de alta relevancia para a avaliación (Táboa 12).

*Táboa 12: Representación dos principais resultados do impacto ambiental das diferentes fibras téxtiles analizadas*

Categorías de impacto	Unidades de medida	Viscosa	Modal	Lyoncell 2012 (proceso Tencel)	Algodón	PET (Tereftalato de polietileno)
Uso enerxía non renovable (fósiles y nuclear)	GJ/t	61	25	21	36	95
Uso enerxía renovable (biomasa, solar, hidráulica, eólica)	GJ/t	45	52	44	19	1
Demanda de enerxía acumulada (total REU + NREU); dende a cuna ata a porta da fábrica de fibras	GJ/t	106	78	65	55	96
Uso de agua (refrixeración, proceso e riego)	m <sup>3</sup> /t	319	472	263	5732	130
Uso do chan (agricultura e bosques sen ter en conta infraestrutura, transformación e transporte)	ha/a/t fibra	0,33	0,7	0,22	1,05	0
LCA - Calentamiento global (GWP100)	t CO <sub>2</sub> eq./t	3,8	0,03	0,05	2	4,1
LCA - Esgotamento abiótico	kg Sb eq./t	40	18	7	17	45
LCA - Esgotamento capa ozono	x10 <sup>-3</sup> kg CFC11 eq./t	0,28	0,04	0,07	0,2	0,07
LCA - Toxicidade humana	kg 1,4 DB eq./t	1490	770	660	1700	4393
LCA - Ecotoxicidade acuática en agua dulce	kg 1,4 DB eq./t	160	93	75	17310	58
LCA - Formación de oxidantes fotoquímicos	kg 1,4 DB eq./t	1,8	0,5	0,4	0,7	1
LCA - Acidificación	kg SO <sub>2</sub> eq./t	45	15	13	41	21
LCA - Eutrofización	kg PO <sub>4</sub> eq./t	2,3	1,3	1,9	22	1,2

*Fonte: Elaboración propia a partir de datos extraídos por Shen e Patel, 2010*

A produción de viscosa asiática require tres veces máis enerxía non renovable que a viscosa europea, debido á ineficiente xeración de calor e enerxía no proceso, así como á dependencia dos subministros baseados en carbón e combustibles fósiles (Shen e Patel, 2010). Por outra banda, a produción de lyocell utiliza menos enerxía non renovable ó aproveitar dous residuos para a súa incineración, o que reduce os custos nun 50% (Shen e Patel, 2010). O impacto global do cemento, directamente relacionado coas emisións de CO<sub>2</sub> e outros gases de efecto invernadoiro, tamén mostra diferenzas entre a viscosa e as fibras sintéticas derivadas de

fósiles (táboa 12). Nas fábricas asiáticas, os combustibles fósiles representan o 75% das emisións totais de carbono (Shen e Patel, 2010).

En base a estes resultados, substituír a viscosa asiática por fibras derivadas de fósiles non parece ser unha solución adecuada para descarbonizar o sistema. A mellor opción para conseguir un cambio significativo na pegada de carbono global sería substituír as fibras celulósicas que non dependen da enerxía fósil, como as europeas, cun impacto case nulo. Isto destaca a importancia de descarbonizar o sistema no seu conxunto, centrándose nos enfoques enerxéticos en lugar de substituír as fibras téxtiles derivadas de fósiles por outras derivadas da madeira.

No que respecta ó consumo de auga, o algodón resulta ser a fibra máis prexudicial pola súa alta esixencia de rego, que non é necesario para os bosques. Ademais, o uso excesivo de pesticidas e herbicidas nos cultivos de algodón tamén pode estar relacionado con altos niveis de toxicidade acuática na auga doce (Táboa 12). Polo tanto, a viabilidade dos produtos derivados da madeira non depende da intensidade do consumo químico nas plantacións forestais. Por exemplo, o uso da viscosa europea é superior ó de Asia debido ós menores rendementos na silvicultura europea en comparación coa explotación no sueste asiático, sobre todo tendo en conta a súa lexislación forestal menos rigorosa (Shen e Patel, 2010).

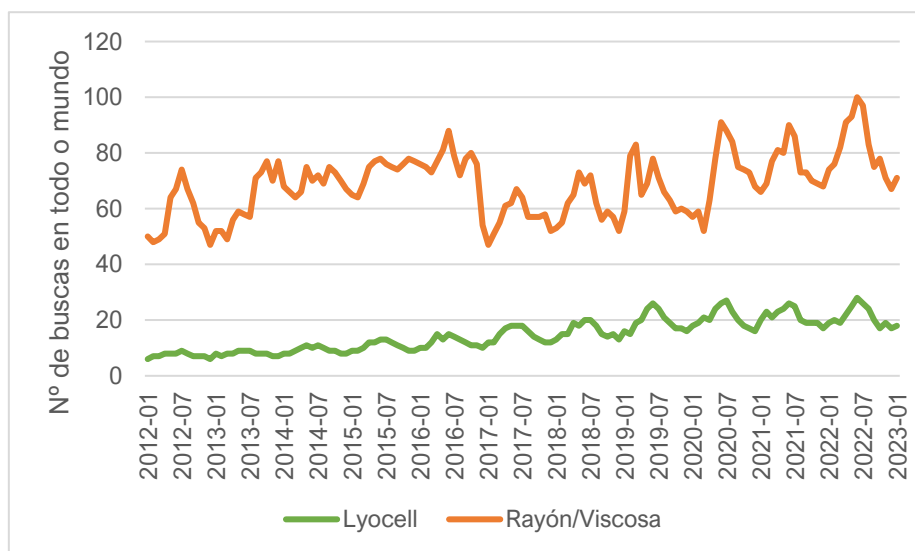
Nas outras categorías de impacto ambiental da Avaliación do Ciclo de Vida (ACV), os altos valores asociados á produción de viscosa asiática débense principalmente á intensidade dos procesos químicos. O esgotamento abiótico está relacionado co uso de sosa cáustica e a produción de xofre, a formación de oxidantes fotoquímicos está asociada á acidificación e as emisións de SO<sub>2</sub> en Asia son unhas dez veces superiores ás da produción europea. A eutrofización tamén está relacionada coas emisións de sosa cáustica e NO<sub>x</sub>, e o esgotamento da capa de ozono atribúese principalmente ás emisións de halons (prohibidas en Europa e noutros países desenvolvidos desde 1994, pero aínda presentes durante 25 anos) (Shen e Patel, 2010).

En conclusión, a viscosa asiática parece ter un maior impacto ambiental que as fibras derivadas de fósiles en cinco das oito categorías de avaliación do ciclo de vida do produto avaliadas, e nas tres restantes os valores son bastante similares (Táboa 12). Polo tanto, para cumprir coa proposta da bioeconomía de substituír os derivados fósiles por outros de orixe biolóxica, a redución do impacto ambiental non se xeneralizaría a todo tipo de fibras celulósicas e procesos de fabricación. Sería máis relevante centrarse na expansión das fibras celulósicas e enfoques como o lyocell Tencel de Lenzing para acadar este obxectivo ambiental.

#### 5.4.2. Tendencias dos diferentes tipos de fibras celulósicas

A pesar das evidencias en impacto ambiental das fibras celulósicas, a viscosa ten un peso moi superior no mercado (79%) ó do lyocell (0,3%) ou as fibras recicladas (menor que o 0,01%) (Táboa 5). Ademais, ó realizar unha aproximación ás tendencias e ó interese no mercado nos últimos dez anos, non se podería esperar nun futuro próximo a expansión das fibras celulósicas máis sustentables en substitución das máis prexudiciais (Gráfica 8).

Gráfica 8: Evolución e comparación das buscas na rede de lyocell e raión/viscosa

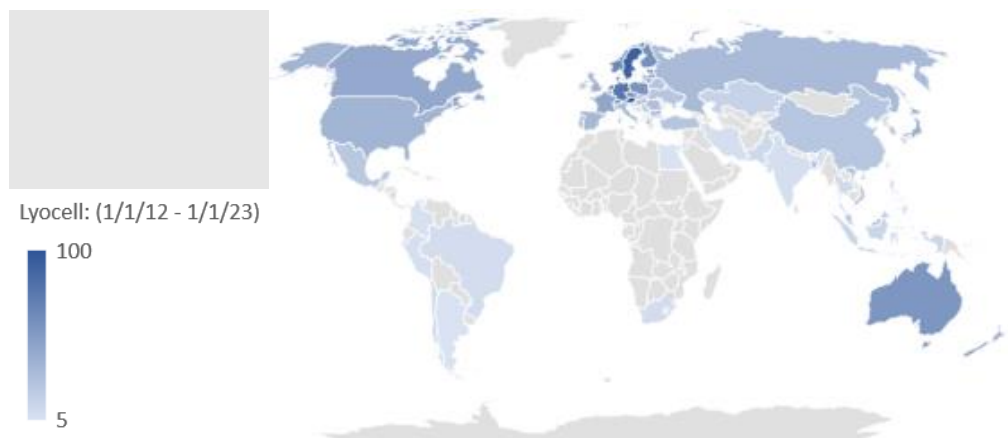


Fonte: Elaboración propia a partir de datos de Google Trends

O nivel de buscas ou, por asunción, volume de interese pola viscosa duplica ó do lyocell (Gráfica 8), indo en liña co nivel superior tamén dos pesos na produción de ambas fibras. Porén, aínda que o interese de ambas fibras celulósicas aumentaría, o incremento do lyocell é superior o do raión ou viscosa. Polo tanto, para que realmente se dera unha substitución dunha fibra pola outra, deberíase, polo menos, entrever un interese maior polo lyocell e unha decaída da viscosa. Poderíase así entrever que, coas cifras actuais, a probabilidade de que haxa unha expansión xeneralizada das fibras celulósicas máis sustentables cunha diminución das prexudiciais asemellaría a curto prazo baixa ou mesmo inalcanzable.

Ademais, se se analiza a distribución global do interese de fibras celulósicas de menos impacto ambiental, co exemplo do lyocell como base, observaríase un interese concentrado en Europa (Figura 4), en concreto no centro e norte, en Suecia, Alemaña e Austria (en orde descendente). Non obstante, cabe ter en conta que o maior peso da capacidade produtiva global de fibras celulósicas atópase en China (59%; Táboa 8). Debido a esta presente escaseza de interese por estas fibras de impacto ambiental máis baixo, como o lyocell, neste país asemellaría aínda máis complicado e improbable a reconversión total das fibras celulósica a unha opción máis sustentable.

Figura 4: Mapa de distribución de buscas de lyocell do ano 2012-2022 (Index país maior buscas: Singapur=100)



Fonte: Elaboración propia a partir de datos de Google Trends

#### 5.4.3. Reciclaxe como materia prima secundaria e “biodegradabilidade”

A reciclaxe, ante o alto nivel de residuos téxtiles, parece unha opción moi atractiva como fonte de fibra celulósica. Na actualidade o peso é aínda moi residual, sendo menos do 1% (Táboa 5) do 8% de fibras celulósicas (Gráfica 7) no total do mercado de fibras téxtiles. Non obstante, na actualidade, menos do 10% do mercado téxtil mundial está composto por materiais reciclados en xeral, máis alá dos celulósicos (BOF e McKinsey&Company, 2022). Aínda que a industria da moda está a avanzar nestas iniciativas, aínda se enfrenta a importantes retos.

Dentro da industria das fibras celulósicas, a reciclaxe de téxtiles resulta atractiva porque transfórmase nunha polpa disolvente similar a derivada dos recursos forestais. Por iso, hai moitas grandes empresas que, dentro da súa oferta sustentable, mesturan en certo porcentaxe de fibras recicladas con fibras de orixe forestal, o cal tería un efecto na presión dos recursos forestais.

Non obstante, as propias fibras celulósicas tradicionais, como a viscosa e o raión, teñen dificultades para a súa reciclaxe e a biodegradarse facilmente fora dun entorno de industria controlado (Changing Markets, 2020). Aínda que teñen orixe biolóxico, poderían unirse ao problema da acumulación de longo prazo de residuos téxtiles. Ademais, a súa constante mestura con outras fibras sintéticas fósiles dificulta, ou mesmo imposibilita, a súa posterior reciclaxe ou a súa reintegración circular no sistema de produción (D'Itria e Colombi, 2022; Changing Markets, 2020). O proceso de separación de fibras téxtiles mesturas é moi custoso, para o cal maioritariamente se utilizan técnicas como a trituración ou a aplicación de químicos moi intensivos.

Aínda xa se poden apreciar no mercado certos avances na reciclaxe das mesturas, queda moito por investigar en solucións máis innovadoras. Algúnds dos avances serían as colaboracións entre empresas como *Lenzing* e *Sodra*, para aumentar a capacidade de procesamento de fibras mesturadas como algodón e poliéster (Lenzing, 2021); ou como *Isko* e *HKRITA*, con licenzas para a tecnoloxía “máquina verde” (Innovation in Textiles, 2021). Por outro lado, para materiais non mesturados, xa existen unha serie de solucións industriais e están aumentando progresivamente a súa capacidade (BOF e McKinsey&Company, 2022).

A pesar destes desafíos, dentro das opcións de Economía Circular e fibras celulósicas, o 60% dos directivos do sector investiron ou prevén investir neste tipo de reciclaxe no próximo ano (BOF e McKinsey&Company, 2022). Así e todo, débese ter en conta que a reciclaxe non só inclúe os residuos téxtiles, sendo así que a fibra téxtil reciclada de maior peso é o PET (tereftalato de polietileno) a partir de botellas de plástico de recente uso (Textile Exchange, 2022). Polo tanto, estas afirmacións de apoio ó reciclaxe non teñen porque responder á necesidade de reconverter en materias primas secundarias o problema dos residuos téxtiles.

Outros posibles grandes retos da reciclaxe son as distancias entre as instalacións de reciclaxe e a fonte da materia prima e o deseño de produtos preparados para o reciclaxe. A loxística e o transporte, sobre todo longa distancia, xeran importantes emisións, como recoñecía o propio dirixente de Renewcell, que recolle roupa de Asia para a súa transformación en Suecia (BOF e McKinsey & Company, 2022). Por outro lado, o 80% da circularidade se define no deseño (Puente-Cociña, 2021) e podería facilitar a separación dos materiais dende a súa concepción.

Todos estes factores fan que a reciclaxe téxtil aínda non sexa unha práctica xeneralizada e ecoeficaz. As primeiras fibras celulósicas “recicladas”, total ou parcialmente, dispoñibles comercialmente utilizan principalmente borra de residuos de algodón pre- consumo; polo que aínda non serían solución ós residuos post-consumo. Ademais, do 1% de material de roupa que se recicla en novas prendas, a maior parte se converte en panos de limpeza, illante e recheo de colchóns, non en novas prendas de roupa (Minney, 2022).

## **5.5. Procesamentos químicos**

Cabe non esquecer que a historia e evolución das propias fibras sintéticas está directamente ligada con la industria química. Estas fibras requiren grandes cantidades de produtos químicos como disolventes, que poden ser tóxicos e danos tanto para a saúde humana como para o medio ambiente. A contaminación das fábricas a natureza adoita ser mediante a súa filtración química nas augas residuais, magnificando o problema de explotación do recurso acuífero.

En concreto, un dos principais perigos da viscosa é a alta dependencia para a súa produción do desulfuro de carbono (CS<sub>2</sub>). Este produto químico é tóxico e pode levar a problemas de saúde como enfermidades renais, síntomas de parkinson, ataque cardíaco e ictus. Se non se xestiona adecuadamente, este produto químico pode contaminar a auga, o aire e o chan ó redor das fábricas, o que pode ser devastador para os traballadores das fábricas, as comunidades locais e os ecosistemas (Changing Markets, 2020). O lyocell é a única das fibras celulósicas que non depende do uso deste composto.

Consecuentemente, a química segue sendo unha das principais materias pendentes da industria das fibras celulósicas téxtiles. Da totalidade de axentes auditados polo organismo Canopy Planet, ningún consegue un “aprobado” na valoración química. A avaliación máxima que se pode atopar é de 2 sobre 5 no seu “ranking” de usos químicos e emisións, sendo só obtido por 8 das 31 empresas avaliadas (Canopy Planet, 2022).

As novas empresas están a rachar coa tradición química contaminante adoptando un enfoque máis circular e sostible na súa proposta de valor. Estas apostan por prácticas como a reciclaxe, a “química verde” e o peche do ciclo. En lugar de utilizar compostos químicos nocivos, as empresas de “química verde” optan polo uso de compostos naturais menos danosos, en liña coa nova perspectiva da Bioeconomía. Outras céntranse en procesos de reciclaxe e reutilización de produtos químicos. En consecuencia, moitos deles distáncianse da imaxe tradicional do sector da fibra sintética celulósica e identifícanse máis coa “biotecnoloxía” ou directamente o téxtil.

Dentro dos procesos químicos, o documento das Melloras Técnicas Dispoñibles da Unión Europea (EU BAT) tivo un efecto significativo dentro do sector das fibras celulósicas. Este informe proporciona directrices e normas para garantir tecnoloxías, procesos e prácticas recomendados e máis eficaces para a produción minimizando o impacto ambiental, fomentando o uso de disolventes e produtos químicos ecolóxicos, a xestión eficiente da auga e da enerxía, a redución e reciclaxe de residuos e o abastecemento responsable de materias primas; promovendo os sistemas de bucle pechado. Á parte, tamén xurdiron outros compromisos complementarios e específicos no téxtil (Táboa 13). Nestes acordos as empresas comprométese a tomar medidas para frear a contaminación do procesamento químico téxtil e a eliminar gradualmente o uso de substancias tóxicas na tinguidura de téxtiles e acabados, entre outros (Changing Markets, 2020).

Táboa 13: Exemplos dos compromisos das empresas a mellorar a xestión química na produción téxtil

Nome organismo	Descrición	Principais melloras en amplitude de actuación
<i>TEXTILE EXCHANGE</i>	Organización non-gobernamental de promoción de melloras ambientais nas fibras e materiais téxtiles.	>790 membros activos >48.000 lugares certificados 2021
<i>BLUESIGN</i>	“sistema holístico” que provee solucións procesos e elaboracións sustentables as industrias e as marcas	Creceamento 2019-20: +18% en firmas (727)
<i>OEKO-TEX</i>	Conxunto de institutos independentes en Europa e Xapón	Creceamento 2020-21: +17% estándares (27.554) +46% pasaportes Eco (909) +17% certificados (28.463)
<i>ZDHC</i>	organización de múltiples axentes dedicada a eliminar as substancias químicas perigosas e implantar substancias químicas sostibles no sector téxtil	Creceamento 2020-21: +13% membros (239) +3% informes de conformidade do inventario químico (7.331) +35% informes de conformidade coas guías de augas residuais (10.394)

Fonte: Elaboración propia a partir de datos de Eurotex, 2022

Algúns dos maiores fabricantes de viscosa, que representan máis do 50 % da produción total de viscosa, - *Aditya Birla Group, Asia Pacific Raión (APR), Lenzing, Sateri e Tangshan Sanyou*- xa aliñaron ou se comprometeren a aliñar o seu rendemento con *EU BAT* en tódalas súas instalacións nos próximos dous ou tres anos. Lamentablemente, o 75% das empresas asumiron poucos ou ningún compromiso para eliminar a “viscosa sucia”. Ademais, o propio documento precisa dunha actualización de novas prácticas e non son tódalas empresas que seguen a totalidade de pautas (Changing Markets, 2020).

## 5.6. Novas instalacións

A produción adicional de fibras téxtiles celulósicas pode repercutir na capacidade de produción de pasta e papel, xa que compiten pola mesma materia prima. Estímase que cada tonelada adicional de fibras celulósicas reducirá a produción de pasta química en aproximadamente 0,5 a 0,6 toneladas para o ano 2035 (Kallio, 2021). Non obstante, esta situación é vista máis como unha oportunidade que como unha ameaza para a industria da pasta de papel, para mitigar o descenso da demanda de papel debido á dixitalización.

En consecuencia, nos últimos anos produciuse un importante incremento na conversión das fábricas de pasta para papel cara fibras celulósicas, o que permitiu aumentar a produción e dispoñibilidade destas. Pódense atopar exemplos destas conversións en países como Finlandia (Stora Enso, 2019), Canadá (Risi, 2013) e Estados Unidos (Sappi, 2020). En China, en 2014 o 20% da produción de fibra téxtil celulósica baseouse nesta conversión de fábricas de pasta de papel tradicionais (Liu et al., 2016). Entón, parte do crecemento actual fas fibras textiles celulósicas provén desta conversión do papel (Kallio, 2021).

Porén, co amplo aumento da demanda téxtil, tanto actual como esperada (Haemmerle, 2010), a conversión desta industria química tradicional de pasta para papel non asemella suficiente para cubrir a demanda de fibras celulósicas e, en consecuencia, se prevén investimentos en

novas instalacións (Kallio, 2021). Principalmente se podería esperar que se constrúan fábricas novas en áreas onde hai ampla dispoñibilidade de recursos forestais. En concreto, se proxectan escenarios con grandes inversións en Brasil, Estados Unidos e Indonesia (Kallio, 2021). En Brasil, en particular, xa houbo dous proxectos totalmente novos de plantas de celulosa para disolver que xeraría 0,75 Mt a partir de 2022 (Valmet, 2019; 2020).

Un caso de investimento en novas instalacións é a proposta de *Altri*. En Galicia xa hai unha empresa de celulosa tradicional, *Ence*, pero rexeitaríase tódalas novas oportunidades para a súa reconversión ou traslado debido a estar directamente vinculada ós altos impactos ambientais na Ría de Pontevedra, contar cunha ampla mobilización cidadán para o seu peche e unha conflitiva situación da prolongación do seu contrato.

Tamén estas novas fábricas han de ter en conta as novas tecnoloxías máis rendibles en fases piloto e de demostración. Un exemplo sería o deseño de “plantas xiratorias”, onde teñen a opción de cambiar de maneira flexible entre a produción de polpa de papel e téxtil dependendo das necesidades de mercado; xa existentes en Estados Unidos (Sappi, 2020) e Canadá (Risi, 2013). Entón, cabería ter en consideración que converter fábricas existentes en plantas capaces de producir tanto pasta téxtil como de papel é menos custoso que construír novas fábricas (Kallio, 2021) e podería ser menos prexudicial ambientalmente. Aínda así, cabe explorar se estes novos métodos de fabricación son compatibles co lyocell e cos procesos de bucle pechado químicos, menos perniciosos para o medio ambiente.

Por outro lado, débese ter en conta que estas novas instalacións están directamente ligadas a unha maior demanda de fibras celulósicas téxtiles. A excepción dos casos de aproveitamento de residuos téxtiles, estas novas instalacións supoñería unha explotación forestal aínda maior, cos problemas de deforestación, perdas de especies e sumidoiros CO<sub>2</sub> asociados. Pero, independentemente da fonte de materias primas, en ambos casos o aumento destas fábricas sería altamente intensivo no consumo de auga e enerxía; cun valor superior significativo que cabería ter en conta a hora de avaliar a súa instalación.

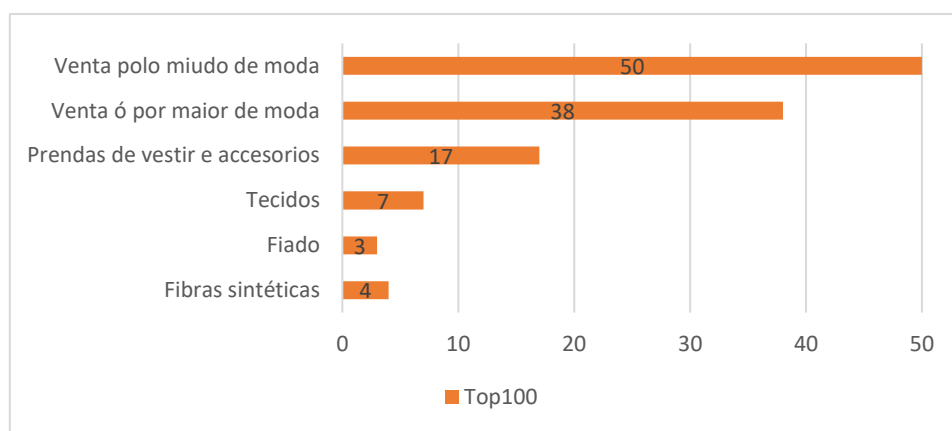
## **5.7. Cadea téxtil moi fragmentada e global**

Pero sería limitado que unha vez elaboradas estas fibra téxtiles celulósicas o proceso dáse por rematado, xa que trátanse de insumos para outras industrias, principalmente, a téxtil. Dado que a produción téxtil, transformando a madeira a unha prenda de vestir, é global e consta de complexas cadeas de valor. Noutras palabras, aínda que China representa máis do 60% da produción mundial de pasta de disolvente (Táboa 7), non se pode supoñer que tamén represente a mesma porcentaxe da demanda de roupa a base de fibra celulósica. Polo tanto, a organización deste modelo a través de longas cadeas de valor mundiais implica que a trazabilidade e control dos impactos ambientais e sociais sexa complexa.

O sector téxtil caracterízase polas "cadeas impulsadas por compradores", nas que as empresas líderes dos países desenvolvidos se centran na venda polo miúdo, a distribución e a comercialización (Gereffi e Frederick, 2010), mentres que a produción ten lugar nos países en desenvolvemento (Schmitz e Knorringa, 2000).

Isto pode deberse a que as actividades con maior valor engadido nestas cadeas atópanse na innovación tecnolóxica, o deseño creativo e as actividades de distribución e comercialización (IDE/JETRO, WTO, & OECD, 2013). En Europa, por exemplo, as principais empresas do sector téxtil son minoristas ou maioristas, mentres que o número de grandes empresas de transformación de fibras, fíos ou tecidos sintéticos é limitado (Gráfica 9).

Gráfica 9: Principais 100 actores por facturación na Unión Europea por subsector oficialmente rexistrado



Fonte: Elaboración propia a partir de datos extraídos de Comisión Europea-CSIL, 2021 baseados en Orbis data.

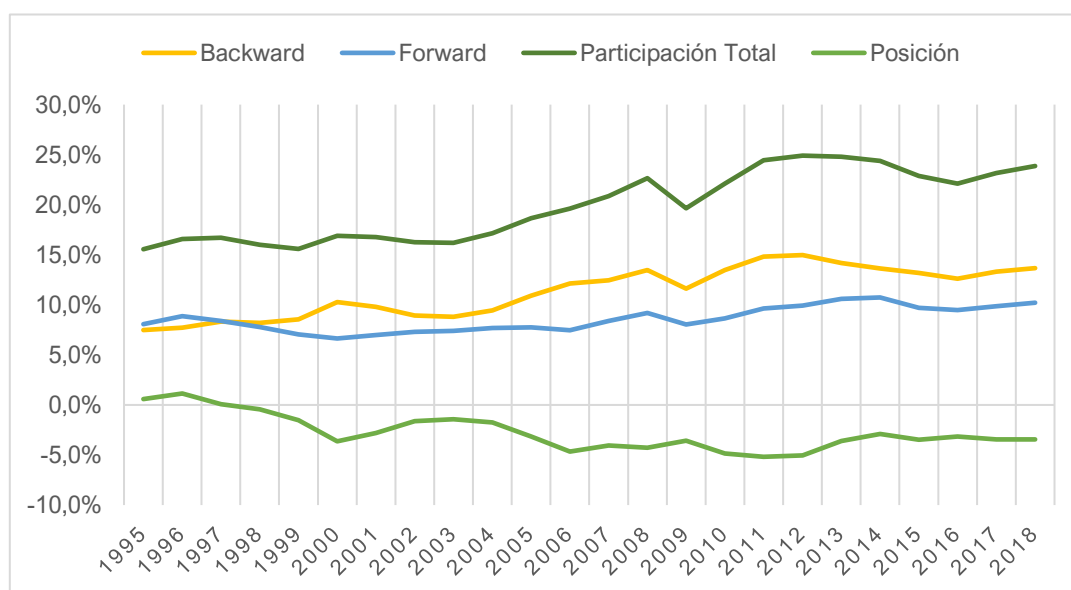
A fragmentada cadea global do sector téxtil ponse de manifesto no contraste entre as principais marcas europeas de roupa e o limitado desenvolvemento interno das materias primas. Por exemplo, en Europa, Zara-Inditex (Galicia) e H&M (Suecia) son respectivamente a primeira e a segunda maiores empresas de gran distribución de moda no mundo (Modaes, 2022) e contan coa sétima e oitava marca de roupa máis valiosas do mundo, respectivamente (Brand Finance, 2022). Mentres tanto, a propia materia prima do algodón en Europa é residual, cunha superficie total aproximada de 320. 000 hectáreas, con Grecia como principal produtor (80%) xunto con España (co 20%, principalmente Andalucía), representando en 2018 só o 1% da produción mundial (340. 000 toneladas) (Comisión Europea, 2019).

En canto á análise do comercio e á saúde ambiental, existen posicións conflitivas na literatura. Os máis pesimistas consideran que as relacións entre ambas variables son incompatibles, é dicir, que un aumento do comercio leva inevitablemente á degradación do medio natural. Por outra banda, a hipótese do paraíso contaminante defende que os países cunha lexislación medioambiental rixida trasladarán a súa produción a aqueles que a teñan máis laxa. Finalmente, varios autores confían na Curva de Kuznets e propoñen que o grao de

contaminación dependerá do nivel de desenvolvemento do país. Afondando neste concepto, os países en vías de desenvolvemento incrementarán o seu nivel de emisións a medida que medre a súa economía, unha vez que comece a caer grazas ó progreso e á innovación en tecnoloxías máis eficientes (Campos Romero & Rodil Marzábal, 2021).

No sector téxtil, a manufactura é un dos procesos máis contaminantes (Niinimäki et al., 2020), e a fase de procesamento de fibras, sexan celulósicas ou téxtiles en xeral, atópase nesta etapa. A externalización das grandes empresas destas actividades a países en desenvolvemento podería tratarse dunha situación de paraíso da contaminación (Campos Romero & Rodil Marzábal, 2021). A lexislación medioambiental máis laxa cos químicos e a xestión forestal en China sería un incentivo máis para a acumulación no territorio da capacidade de produción mundial das fibras celulósicas téxtiles (Táboa 6). Pero este fenómeno tamén oculta as verdadeiras responsabilidades detrás das reducións de emisións do téxtil en Europa.

Gráfica 10: Evolución de Indicadores de Koopman da cadea global de valor téxtil europea do 1995-2018



Fonte: Elaboración propia a partir dos datos obtidos da base de datos TIVA OECD e da aplicación da metodoloxía de cálculo de indicadores de Koopman et al., 2010.

Non obstante, actualmente, Europa tería unha participación atrasada na cadea de valor téxtil global (Gráfica 10). Noutras palabras, os bens exportados conteñen máis valor estranxeiro que local. Respecto a esta cuestión, é posible que a Unión Europea vexa unha oportunidade nas fibras celulósicas sintéticas sostibles, co caso de *Lenzing* como exemplo, tendo aspiracións xeopolíticas relacionadas coa soberanía en recursos e enerxía (Giurca e Befort, 2023). Esta idea está aliñada coa perspectiva da Unión Europea, promovendo os avances tecnolóxicos e o desenvolvemento da industria verde como medio para promover un crecemento “verde”.

Por outra banda, dende as propias empresas de distribución de moda e as marcas, tamén se está vendo unha preferencia polo retornamento das fases iniciais do proceso produtivo próximo. Inditex basea parte da súa estratexia sostible en deslocalizar a súa produción en zonas máis próximas ós seus centros de distribución loxística, defendendo a produción en Marrocos e Turquía respecto a outros países asiáticos (Pereira, 2020). Certo é que unha redución de kilometraxe pode ter efectos positivos no impacto medioambiental do transporte, intensivo, a día de hoxe, de recursos fósiles e grandes emisores de CO<sub>2</sub>.

Non obstante, é posible que a preferencia pola proximidade na distribución estea máis relacionada coa preocupación polo aumento dos custos loxísticos e da capacidade de transporte (BOF e McKinsey&Company, 2022) en lugar dunha perspectiva circular ou sustentable. Ata a propia substitución de fibras téxtiles celulósicas tamén podería ser unha resposta para abordar problemas de distribución, como a inflación dos custos e a dispoñibilidade de materias primas (BOF e McKinsey&Company, 2022), máis que unha estratexia motivada por preocupacións ambientais e sociais.

Polo tanto, existe un gran reto tanto das cadeas de valor globais como da distribución global da moda a través da produción de fibra. Faise necesario entender que estes avances tecnolóxicos non son suficientes para a transformación do sector téxtil e é necesario apoiar un modelo moito máis localizado (Stahel, 2019). Esta aproximación da produción de fibras téxtiles das grandes marcas europeas podería ser beneficioso ambiental e socialmente, pero para ser realmente sustentable requiría tamén dunha proximidade de tódalas fases de produción, como a confección actualmente deslocalizada, e un enfoque integral da redución do volume de produción cara o foco do prolongamento da vida útil das prendas. Noutras palabras, un produto de moda é sostible se resulta dun proceso que considera tódalas etapas da seu ciclo da vida e vese reducido o seu consumo a favor dun maior uso do produto reducindo residuos.

A distribución mundial de moda enfróntase a un gran reto na produción de fibra, e é necesario entender que os avances tecnolóxicos por si só non son suficientes para transformar o sector téxtil. Requírese apoiar un modelo que promova unha maior transformación, apostando por unha proximidade local e o chamado “slow fashion” que prolongue a vida útil das prendas (Stahel, 2019). Para que a produción de fibras téxtiles das principais marcas europeas sexa beneficiosa ambiental e socialmente, é necesaria a proximidade a todas as fases de produción, como a roupa, e un enfoque integral que contemple todas as etapas do ciclo de vida do produto. A sustentabilidade na moda implica reducir o consumo e promover un maior uso dos produtos, buscando unha aplicación sistémica (Stahel, 2019).

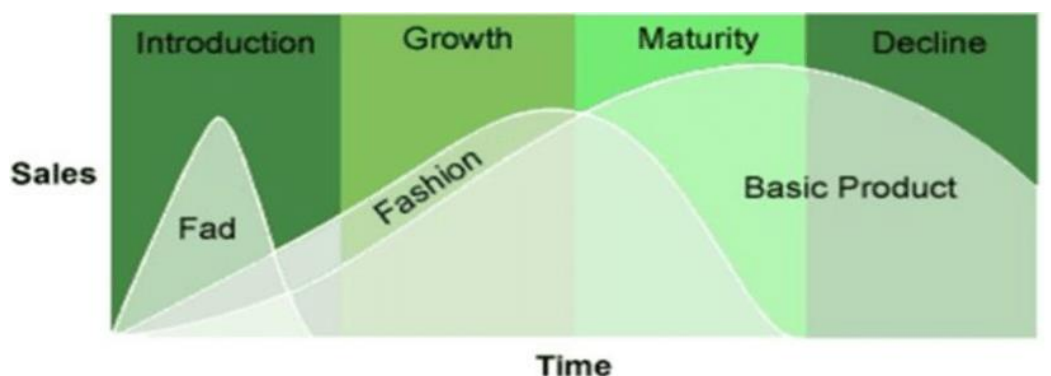
## 5.8. Ciclos de vida curtos dos produtos e hiperconsumismo téxtil

Mais alá das materias primas e os procesos de fabricación naturais da Bioeconomía, para ter unha perspectiva transformadora da Economía Circular, cabe non omitir analizar a cuestión do consumo. Como formula Stahel, é de suma importancia prolongar a vida útil dos produtos e propón minimizar a cantidade de materia e fluxos de enerxía (1976).

A moda como concepto en si proxecta repetición constante dun determinado parámetro de estilo nun período e espazo de tempo determinado. No pasado, esta reiteración de tendencias baseábase na difusión dunha tendencia dun grupo reducido de persoas a unha masa máis ampla da sociedade. Hoxe en día, a repetición se concentra nun período de tempo moi curto e focalízase máis na rapidez de expansión dun novo produto no mercado. En ambos casos, de forma intrínseca, asóciase ambos a procesos que implican máis volume de produción. A diferenza significativa é o tempo que transcorre na propagación desa tendencia na moda e o impacto que iso supón no propio uso das prendas de roupa.

Este volume e a vida útil das prendas de roupa estarían relacionados coas etapas de exposición e difusión ó longo do ciclo de vida dunha peza. A diferenza doutras industrias, o ciclo de vida na moda adoita ser máis curto, podendo durar entre semanas a tempadas dende a introdución dunha tendencia ata a súa substitución por outra nova. Isto xera unha “taxa de cambio obsesiva” que se podería clasificar en tres niveis: estacionalidade, produtos básicos e continuo de modas pasaxeiras ou ampla variedade de produtos no tempo (Corbellini e Saviolo, 2015) (Figura 5).

Figura 5: Ciclo de vida do produto básico, do produto de temporada ou "fashion" e das modas pasaxeiras ou "fad"



Fonte: Corbellini e Saviolo, 2015

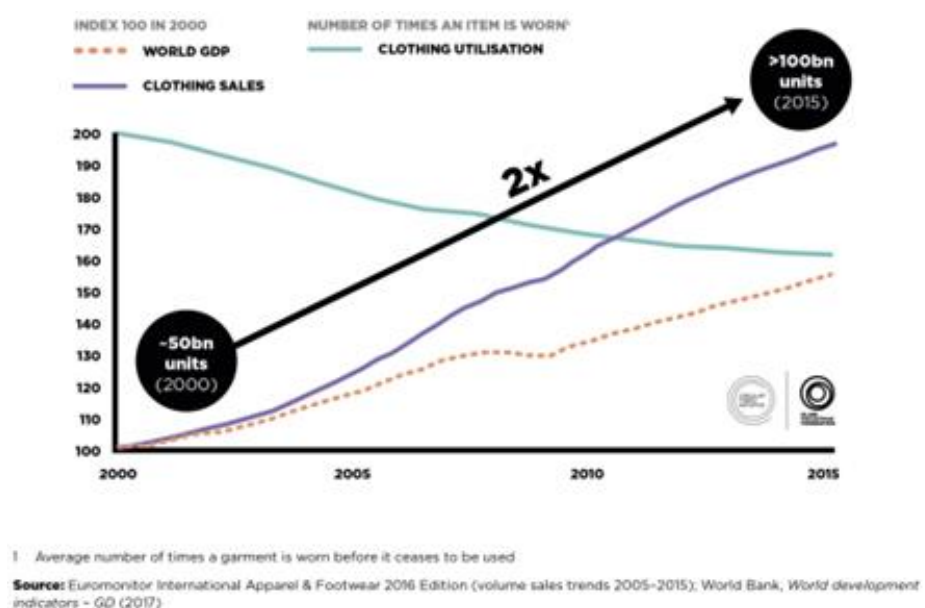
O cambio estacional da moda foi impulsado pola industria, o comercio polo miúdo e a comunicación de moda. O concepto de “cambio de armario” vai máis alá da adaptación do vestuario ó clima ou as estacións do ano. Esta práctica favorecería a “obsolescencia planificada”, xerando demanda constante, tempada tras tempada, e controlando a rotación dos produtos, a pesar de que a súa funcionalidade e características técnicas permitirían unha

maior duración (Corbellini e Saviolo, 2015). Este enfoque comezou na alta costura, pero estendeuse a tódolos elementos do sistema da moda como fiado, cores e tecidos.

Seguidamente hai produtos básicos, aceptados durante longos períodos de tempo. Non obstante, as empresas buscan diferenciarse mediante a personalización ou pequenos cambios estacionais (Corbellini e Saviolo, 2015). Esta práctica crea un ciclo de produto novo baseado no coñecemento deses pequenos cambios por parte do consumidor xunto coa propia tendencia ou a fama da marca no mercado.

Por último, atopáranse as “modas pasaxeras”, que son aínda máis curtas e que non atraen a atención do consumidor por moito tempo. A actual crecente variedade e variabilidade dos produtos ó longo do tempo esta relacionada con este constante lanzamento de produtos efémeros. Adóitase argumentar que a auxe da moda rápida buscaría satisfacer a individualización do consumidor e dotarlle dunha ampla gama de opcións. Porén, isto tamén provoca compras impulsivas e acumulación de produtos con tendencias “momentáneas” no armario. Estes produtos contarían cunha baixa repetición ou prolongación de uso derivado da súa rápida “obsolescencia planificada” (Corbellini e Saviolo, 2015).

Figura 7: Crecemento das vendas de roupa e uso da roupa dende o 2000-2015

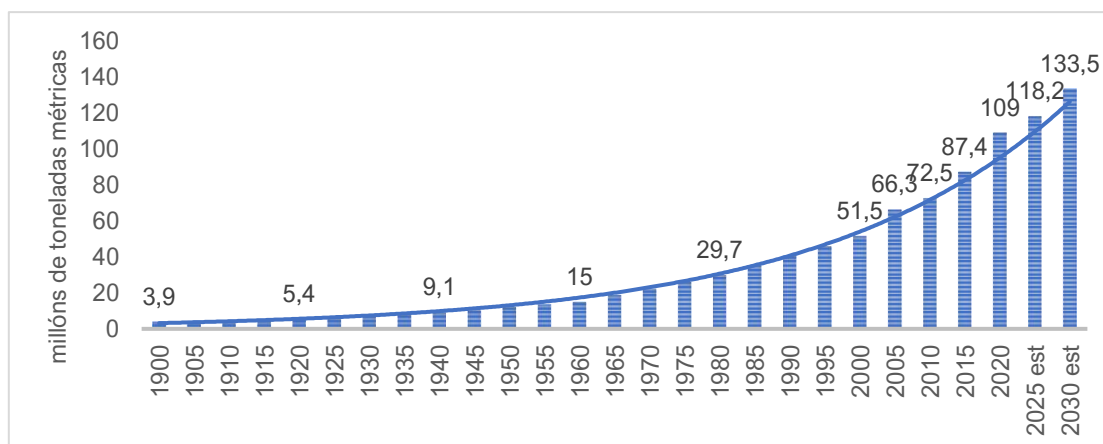


Fonte: Iniciativa de Fibras Circulares - Ellen Macarthur Foundation, 2017

O acurtamento da vida útil da roupa provocou un aumento previsto da demanda mundial de téxtiles, que se prevé que supere os 250 millóns de toneladas para 2050 (Alkhagen et al., 2015). Este crecemento das vendas de roupa supera o crecemento do PIB e vai acompañado da diminución do uso (Figura 7). As marcas e a venta por menor, destacando a “moda rápida”, teñen cada vez unha distribución máis extensa e intensa e un desenvolvemento de tendencias e novos produtos moi acelerado, implicando unha vida útil moi curta con alta

rotación de prendas de roupa. Isto ten un importante impacto ambiental, debido á acumulación de pezas excedentes e os seus desperdicios na industria da moda.

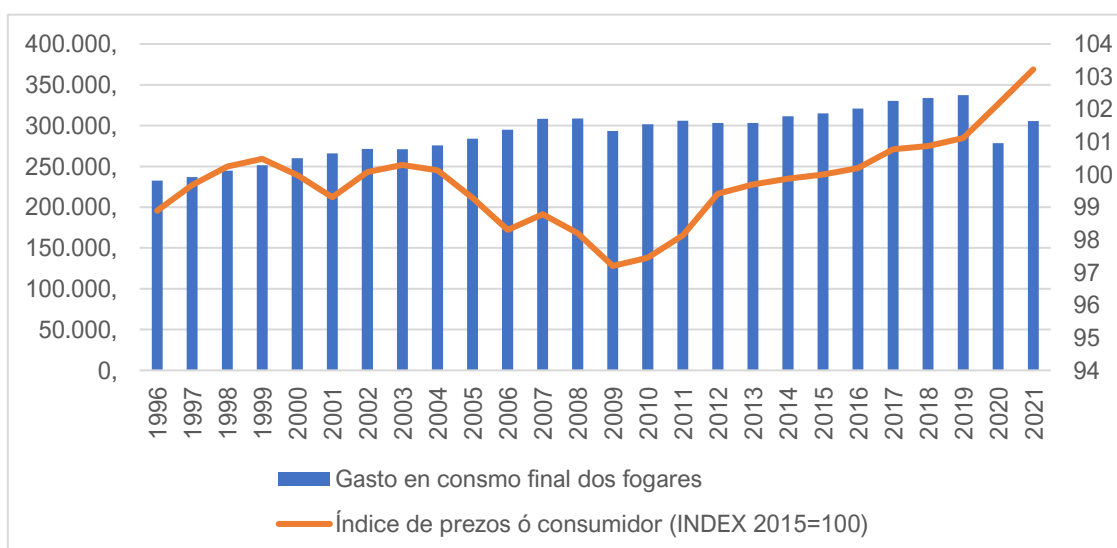
Gráfica 11: Evolución da produción global das fibras téxtiles do 1900-2030



Fonte: Elaboración propia a partir dos datos aportados de Haemmerle, 2011 e Textile Exchange, 2021; 2016 e extrapoliación de datos en periodos vacíos do 1900-2000.

En relación, estímase que para o ano 2020 alcanzárase un nivel de consumo de 102,8 millóns de toneladas métricas de fibra téxtil (Haemmerle, 2011), quedando lixeiramente por debaixo dos 109 millóns de toneladas métricas rexistradas (Textile Exchange, 2021; Gráfica 11). Polo tanto, para 2030 esperaríase un crecemento anual do 3,1%, o dobre do período 2000-2010, alcanzando un total de 133,5 millóns de toneladas métricas de fibras téxtiles (Gráfica 11; Haemmerle, 2011).

Gráfica 12: Evolución do gasto de consumo final dos fogares en prendas de roupa e calzado e índice de prezos ó consumidor (base 2015) no período 1996-2021



Fonte: Elaboración propia a partir dos datos extraídos do Gasto de consumo final dos fogares por finalidade (COICOP) de Eurostat e Índice de prezos ó consumidor de Roupa e Calzado (EUCPICF) de Eurostat accedido a través de Ycharts

A parte, a relación do prezo e o consumo tamén está vinculado o maior consumo de prendas por fogar. Dende a firma do Acordo sobre Têxtil e Vestiario (ATC) da OMC en 1998 produciuse un decrecemento pronunciado nos prezos acompañado dun aumento en gasto de consumo en roupa e en calzado nos fogares (Gráfica 12), o que se traduce nun aumento do volume de prendas de vestir por individuo. O mesmo tempo, esta situación de diminución de prezos dáse lugar da man dunha explotación social inxusta o longo da cadea de produción global têxtil, sacando maiores marxes de beneficio coa deslocalización da produción, e aproveitándose das lexislacións precarias laborais e de salubridade que existen noutros países.

Para acadar unha solución sostible a longo prazo na industria da moda, non sería suficiente substituír só o algodón e as fibras sintéticas por fibras celulósicas. Tamén é necesario reducir a produción e modificar o consumo, ó tempo que se prolonga o ciclo de vida da roupa. Aínda que algunhas grandes empresas de moda rápida propoñen estratexias de transición cara a fibras naturais ou recicladas, esta estratexia sería contraria e insuficiente na Economía Circular e a sustentabilidade se non ven acompañada doutras accións de prolongamento da vida útil do produto ou un maior coidado social por tódolos axentes participantes na cadea de produción. O ciclo de vida dos produtos de moda segue sendo insostible, coa produción en masa e a xeración de excedentes non logrando conservar o valor, a calidade e as funcións do que xa se creou na economía (Stahel, 2019), perpetuando así un ciclo constante de produtos "moda pasaxeiras" dispoñibles.

Segundo Lidewij Edelkoort, experta en tendencias e decana de Estudos Híbridos da Parsons School of Design de Nova York, "a innovación de materiais é só un aspecto do complexo renacemento da moda. A ralentización, a racionalización da produción e a edición de coleccións son os aspectos máis importantes" (BOF e McKinsey & Company, 2020). Coa redución do gasto en consumo en roupa despois do COVID19 (Gráfica 12), ábrese unha oportunidade para repensar o sistema e avaliar os modos de consumo e produción é perpetuar unha nova sustentabilidade do sector o mesmo tempo que se protexe o planeta.

## **6. CONCLUSIÓN**

O sector têxtil é obxecto de preocupación en termos de sustentabilidade a nivel global mais tamén no contexto do modelo económico vixente. A pesares de que se están incentivando políticas industriais e ambientais por parte da Unión Europea, que fan xurdir modelos de negocio e estratexias empresariais encamiñadas a acadar a sustentabilidade, tales accións non teñen unha ampla repercusión no sistema e non se aprecian aínda cambios determinantes na produción e no consumo do sector têxtil nin no seu impacto ambiental.

Unha das liñas de traballo que se ven impulsando nos últimos anos ten a ver coa busca de novas materias primas sustentables. Nesta liña, este traballo trata de poñer o foco de forma

específica na identificación, análise e valoración do sector de fibras celulósicas téxtiles, aplicado unha nova conceptualización de Bioeconomía que promove a Unión Europea, co obxectivo de coñecer as súas principais potencialidades e limitacións na solución á transición ecolóxica.

O estudo amosa como resultado máis relevante que o aumento de produción actual das fibras celulósicas téxtiles tería un peso superior de limitacións que de potencialidades como solución independente nun marco de Economía Circular. Demóstrase dentro da estratexia forestal europea, xa que ó concepto de Bioeconomía se lle engada o adxectivo “sostible”, cando esta visión da economía xa debería levar implícita a sustentabilidade (Comisión Europea, 2021). A inclusión deste adxectivo evidencia un inquietante suposto por parte da Unión Europea de que a Bioeconomía non é condición suficiente.

A principal vantaxe que aportan as fibras celulósicas téxtiles veñen intrinsecamente enfocadas na súa mellora como material. A posibilidade da redución da dependencia de tecidos de derivados fósiles, coa consecuente diminución dos seus impactos ambientais como a extracción do petróleo como recurso non renovable, o longo tempo de degradación dos produtos, a contaminación de microplásticos nos océanos e a redución de emisións de CO<sub>2</sub>; son cuestións relevantes que cómpre ter moi en conta e avaliar en que medida se poden atallar. Por outro lado, de cara o algodón, queda aínda pendente unha investigación máis detallada do comparativo deste tipo de fibras de derivadas forestais co algodón orgánico. Cabe aínda visualizar e entender un contexto onde ambas materias primas renovables terían unha xestión sostible preservando e minimizando os impactos ambientais e sociais. Non obstante, o problema das áreas de cultivo e o rego do algodón manifestado por Haemmerle permanecería (2010).

A esta vantaxe súmanselle os avances ambientais nos procesos de produción. Estes son liderados pola empresa *Lenzing* e seguidos por outras múltiples novas pequenas empresas, convertendo a Europa no “hub” desta innovación. As diferencias entre os procesos tradicionais e convencionais do procesamento de fibras celulósicas coa aposta de empresas como *Lenzing*, vense significativamente melloradas ambientalmente, como indica Shen e Patel (2010). Se se substituíse o volume de produción e revertese o interese de fibras como a viscosa polo lyocell, é posible que se reducira de forma relevante o impacto ambiental do sector téxtil.

Nesta mesma liña, é moi relevante avaliar tamén que papel xogarán estas fibras recicladas pioneiras e a súa evolución; onde aínda lles queda un longo percorrido por avanzar sustentablemente. Por un lado, cabe enfocar o deseño dos produtos cara un prolongamento da súa vida útil e reducir os excedentes, máis alá dunha máis sinxela “desmontaxe” para o seu reciclaxe, para non mermar a súa aplicabilidade en facilitar outra simple fonte de materias

primas secundarias. É por outro lado, cabe aínda desenvolver procesos de recuperación menos intensivos en químicos e cun maior aproveitamento para prendas de vestir. Ademais, de que quedaría pendente o debate da reciclaxe de fibras sintéticas derivadas do petróleo.

Polo tanto, este exame das limitacións das fibras celulósicas téxtiles podería dar lugar a tres principais conclusións: en primeiro lugar, o potencial das fibras celulósicas está focalizado na súa caracterización como avance tecnolóxico e crecemento económico; en segundo lugar, o aumento das fibras celulósicas ten altas posibilidades de non implicar impactos ambientais relevantes nin unha muda do sistema no sector téxtil e, por último, a necesidade da consideración por parte das institucións unha concepción de Economía Circular cunha perspectiva transformadora, tomando en consideración tódalas fases da cadea de valor deste sector, dende a extracción, produción, consumo e pos-consumo.

En primeiro lugar, dende o estudo da traxectoria histórica ata os anos recentes da expansión das fibras celulósicas, o potencial deste tecido estivo directamente vinculado a mellora das súas propiedades no mercado a través de avances tecnolóxicos como resposta a unha demanda crecente de téxtiles no mercado e o encarecemento doutros tecidos. Actualmente atópase como prioridade, tanto pola súas fontes de materias primas, con propiedades biolóxicas ou reciclaxe residuos téxtiles, como polas súas melloras en ecoeficiencias, coa a minimización de químicos ou reconversión de fábricas celulósicas tradicionais.

O xurdimento de todas estas innovación no centro norte de Europa en vez de en China, como principal produtor actual, non é casual. O foco nestas ecoinnovación, concretamente en Bioeconomía, son altamente promovidas e financiadas pola Unión Europea. Destaca de este modo o importante papel que teñen as institucións para a difusión dunha concepción da Economía Circular imperante. Non obstante, estas estratexias tamén presentan intereses máis alá da conservación dos ecosistemas e podería estar tomando este tipo de medidas en consecuencia tanto o esgotamento dos combustibles fósiles e a volatilidade dos seus prezos como a aspiracións xeopolíticas relacionadas cos recursos e a soberanía enerxética (Giurca e Befort, 2023).

Por engadido, para as empresas europeas, o actual aumento das fibras celulósicas téxtiles só supoñería unha diversificación de materias e a consecuente expansión do mercado, sen implicar un cambio significativo no sistema, e favorecendo o crecemento económico. A “revolución material” implica así só un aumento da árbore de tipoloxía de materiais, engadindo novas ramas, como a reciclaxe, os biosintéticos e outros, pero sen implicar unha redución de ramas de tecidos non renovables; sendo estas mesmo aumentadas coa súas propias variedades de reciclaxe. Son as propias industrias forestais ou químicas quenes desenvolven estes produtos cunha posible busca de gañar cota de mercado fronte ós produtos non renovables e ós combustibles fósiles.

En segundo lugar, o actual aumento das fibras celulósicas téxtiles non supoñería un cambio significativo nin na mellora do impacto ambiental nin como unha transformación sustentable no sector da moda. O primeiro gran reto, é a propia reconversión do total de fibras celulósicas a unha opción máis sustentable; substituír a viscosa por produtos máis respectuosos co medio ambiente como lyocell. Isto semella máis complicado tendo en conta que a día de hoxe non se mostra interese nin predisposición a facelo por parte de China, como gran produtor de fibras celulósicas téxtiles. Pero malia unha consideración completa de fibras celulósicas téxtiles máis sustentables, quedan moitos retos por abarcar ambientalmente en termos de recursos forestais, enerxéticos ou químicos, considerando toda a cadea de valor destes materiais, dende a extracción dos recursos ata a produción e posconsumo.

Respecto a cuestión forestal, aínda está por analizar con detalle as implicacións da compensación dos sumidoiros de CO<sub>2</sub> cara o aumento da industria madeireira en xeral, os retos da perda de especies autóctonas e áreas forestais lonxevas e a preservación dos servizos ambientais dos bosques. A preservación da biodiversidade quedaría moi exposta á xestión sustentable en mans de certificacións independentes, mentres que non habería mecanismos de salvagarda dos servizos ambientais das áreas forestais e perda de especies autóctonas. Polo que o final non se pode esquecer a diferenza entre bosque e plantación.

De cara a cuestión enerxética e química, son dos puntos claves respecto seu grao de consumo e fonte de subministro, como tipoloxía renovable, fósil ou de “ciclo pechado”, e o seu correspondente impacto ambiental, sendo aínda unha cuestión pouco explorada. Cabe tamén mencionar as consecuencias da instalación de novas instalacións e o desafío que supoñen para as comunidades locais e o a explotación dos seus recursos naturais próximas.

En último lugar, cabe concluír e remarcar a importancia dun cambio nos patróns de consumo e produción no mundo da moda. É necesario facer un cambio de sentido do ritmo crecente de modas cada vez máis efémeras que dan lugar a un mercado inabarcable de diferentes produtos e excedentes, e dirixirse cara a redución desta “obsolescencia planificada” e “valor do apego” con ritmos máis próximos a “moda lenta”. O impacto ambiental das prendas de roupa elaboradas con fibras celulósicas, pese a ser menor en comparación ó de outros materiais, como o algodón ou as fibras sintéticas derivadas do petróleo, sempre será superior que a redución global da produción de tecidos.

O feito de que ciclos de vida das prendas sexan cada vez máis breves da pé a un número superior de produción de prendas que son explotadas por longas e fragmentadas cadeas de produción global. Nestas se producen unha gran cantidade de movementos loxísticos de longo percorrido e xorden pronunciadas desigualdades entre xestións sociais e ambientais dependendo dos países. Aínda que Europa este liderando a promoción e o cambio desta substitución de téxtil, a maioría da produción séguese atopando en China e outros países

asiáticos, sen intencións manifestas de avogar cara unha mudanza do sistema. É necesario favorecer cadeas máis curtas cunha colaboración local e innovadora máis unida cun mesmo fin e valores comúns.

Entón, é preciso incluír na visión da Economía Circular imperante principios como a proximidade: evitando os custos de transporte, o aproveitamento de lexislacións máis laxas ambiental e socialmente, reducir a velocidade dos fluxos e dos ciclos de vida do produto, a redución do reciclaxe como negocio global e o aumento da conservación do valor, calidade e función dos bens coa eficiencia da propiedade continuada (Stahel, 2019). Esta perspectiva pode ser unha oportunidade tanto para desenvolver a tradición téxtil de moitas áreas e fomentar o desenvolvemento rexional europeo como tamén darlle un espazo os países en desenvolvemento para desenvolver a súa propia tradición e traspasar o ámbito social e cultural a moda e o seu estilo, sen estar sobreexplotados tanto laboralmente como no seu consumo interno polos excedentes de roupa de países desenvolvidos que chegan os seus países.

En conclusión, é necesaria a consideración e difusión por parte das institucións dun discurso da Economía Circular máis transformador e que deixe atrás o modelo imperante actual para abrazar un posible desenvolvemento sostible, ambiental e socialmente, dentro dos límites planetarios.

## **7. LIMITACIÓNS E POSIBLES AMPLIACIÓNS**

As principais limitacións atopadas durante a realización deste traballo tamén se atoparían en liña coa diferenciación do enfoque predominante da Economía Circular baseado no crecemento verde en contraposición coas visións que exixen un cambio de paradigma. Por unha banda, existe unha dificultade de acceso a datos tanto deste como doutros sectores de Bioeconomía, máis alá dos aportados pola Unión Europea centrados en facturación e emprego. Polo cal, é necesario recorrer a organismos sen ánimo de lucro críticos co modelo lineal téxtil actual ou a entidades privadas, tales como empresas consultoras, para obter datos específicos do sector téxtil; cos nesgos ou limitacións implícitas que este tipo de fontes poden supoñer.

Por outra banda, cabe salientar a baixa accesibilidade a traballos empíricos e cuantitativos dos temas analizados máis alá dunha análise de avances tecnolóxicos ou de propiedades químicas, habendo unha escaseza de estudos socioeconómicos ou de impacto ambiental do ciclo completo da vida do produto. Sería necesario comezar a integrar unha visión máis sistémica da aplicación deste tipo de propostas de solucións sustentables levadas a cabo para ter unha perspectiva social e global.

Unha posible ampliación desta investigación é a análise comparativa coa situación de tódalas novas fibras téxtiles que están xurdindo cunha visión sustentable, aínda que cun peso moito inferior no mercado que as fibras celulósicas téxtiles, como poderían ser as derivadas da lactosa ou proteicas, as biosintéticas ou as derivadas de restos agrícolas ou alimentarios. Os excedentes e residuos téxtiles xunto coa reciclaxe de tecidos, tanto de orixe biolóxico como de derivados fósiles e mesturas, aínda precisa dun maior percorrido de investigación antes da ampla promoción indiscriminada que se lle está aportando.

Outra posible ampliación consistiría en intentar obter unha visión máis ampla da cadea completa téxtil e outras fases máis alá da produción a nivel potencialidades e limitacións ambientais. Cabería destacar sobre todo fases de produción con altas implicacións na proximidade dentro do concepto da Economía Circular (Stahel, 2019) e proxectos como grandes retos ou oportunidades por algunhas empresas (BOF e MCKinsey&Company), como pode ser loxística ou o transporte e a distribución, coa alta repercusión da difusión do comercio online.

## 8. Bibliografía

Antikainen, R., Dalhammar, C., Hildén, M., Judl, J., Jääskeläinen, T., Kautto, P.,... e Thidell, Å. (2017): "Renewal of forest-based manufacturing towards a sustainable circular bioeconomy", *Suomen ympäristökeskuksen raportteja. Reports of the Finnish Environment Institute*, vol. 13.

Aditya Birla Group (s.d.): Sobre nosotros [en línea] Adityabirla. Recuperado o 24 de febreiro de 2023, de <https://www.adityabirla.com/spanish/about-us>

Alkhagen, M., Samuelsson, Å., Aldaeus, F., Gimåker, M., Östmark, E., e Swerin, A. (2015): "Roadmap 2015 to 2025: Textile materials from cellulose", RISE – Research Institutes of Sweden. Estocolmo.

Antikainen, M.; Uusitalo, T., &amp. Kivikytö-Reponen, P. (2018): "Digitalisation as an Enabler of Circular Economy", *Procedia CIRP*, vol. 73, 2018, pp. 45-49.

Apraión (s.d.): Home [en línea] Apraión. Recuperado o 25 de febreiro de 2023, de <https://www.apraion.com/en/>

Asahi Kasei (s.d.): Home [en línea] Asahi Kasei. Recuperado o 24 de febreiro de 2023, de <https://www.asahi-kasei.com/>

Asamblea General de las Naciones Unidas (1992): "Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo", Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente e el Desarrollo (CNUMAD). Río de Janeiro.

Bailuhuaxian (s.d.) Home [en línea] Bailuhuaxian. Recuperado o 26 de febreiro de 2023, de <http://bailuhuaxian.texindex.com/>

Bauer, F. (2018): "Narratives of biorefinery innovation for the bioeconomy: Conflict, consensus or confusion?", *Environmental Innovation and Societal Transitions*, vol. 28, pp. 96-107.

Biofabricate e Fashion For Good (2020): "Understanding "Bio", material innovations: A primer for the fashion industry", Biofabricate e Fashion For Good.

Bonaiuti, M. (2022): "Actualidad del pensamiento de Georgescu-Roegen. La Bioeconomía cincuenta años después de la publicación de La ley de la entropía y el proceso económico", en Arenas, L.; Naredo, J.M. e Riechmann, J [eds]: *Bioeconomía del siglo XXI*, pp. 77-93. Madrid: La catarata - Fuhem ecosocial.

Boulding, K. E. (1966): "The Economics of the Coming Spaceship Earth", en H. Jarret [ed.], *Environmental Quality in a Growing Economy*, pp. 3-14. Baltimore: Resources for the Future/Johns Hopkins University Press.

Bradshaw, C. J., et al. (2021): "Underestimating the Challenges of Avoiding a Ghastly Future", *Frontiers in Conservation Science*, vol. 1, p. 9.

Brand Finance. (2022): "Apparel 50 2022: The annual report on the most valuable and strongest apparel brands", pp. 15. Brand Finance. London.

Brundtland, G. H. (1987): "Our common future—Call for action", *Environmental Conservation*, vol. 14, núm. 4, pp. 291-294.

Bugge, M., Hansen, T., e Klitkou, A. (2016): "What Is the Bioeconomy? A Review of the Literature", *Sustainability*, vol. 8, núm. 7, p. 691.

BOF e McKinsey&Company (2020): "The State of Fashion 2020", Business of Fashion e McKinsey&Company. London.

BOF e McKinsey e Company (2022): "The State of Fashion 2022", Business of Fashion e McKinsey&Company. London.

Campos Romero, H., e Rodil Marzábal, Ó. (2021): "The Intra-EU Value Chain: An Approach to Its Economic Dimension and Environmental Impact", *Economies*, vol. 9, núm 2, p. 54

Canopy Planet (2022): "Hot Button Report. Detailed Matrix of Viscose Producer Performance (2022 Edition)", The Canopy Style. Columbia: Canopy Planet.

Changing Markets Foundation (2023): "Trashion: The stealth export of waste plastic clothes to Kenya", Changing Markets Foundation. Utrecht.

Changing Markets (2020): "Dirty Fashion: Crunch time. Where does the industry stand on stamping out dirty viscose?", Changing Markets Foundation, Utrecht.

Circle Economy (s.d.): What is the circular economy? [en línea] Circle Economy. Recuperado o 22 marzo de 2023, from <https://www.circle-economy.com/circular-economy/what-is-the-circular-economy>

CN Grace (s.d.): Products [en línea] CN Grace. Recuperado o 26 de febreiro de 2023, de <http://en.cn-grace.com/product.aspx?t=5>

CNYM-Tex (s.d.): About Us [en línea] CNYM-Tex. Recuperado o 26 de febreiro de 2023, de [http://www.cnym-tex.com/mobile\\_en/page.asp?lanmu=en\\_aboutus&sid=](http://www.cnym-tex.com/mobile_en/page.asp?lanmu=en_aboutus&sid=)

Comisión Europea (2004): "Preguntas y respuestas sobre la reglamentación relativa a los OGM en la UE ¿Qué son los OGM y los MGM?", Bruselas: Unión Europea

Comisión Europea (2012): "Innovating for sustainable growth. A bioeconomy for Europe", Directorate-General for Research and Innovation. COM(2012) 60. Bruselas: Unión Europea

Comisión Europea (2013): "A bioeconomy strategy for Europe: Working with nature for a more sustainable way of living", Directorate-General for Research and Innovation. Bruselas: Unión Europea

Comisión Europea (2015): "Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la Economía Circular. Nuevo Plan de Acción para la Economía Circular por unha Europa más limpia y más competitiva", Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Región. COM (2015) 614. Bruselas: Unión Europea

Comisión Europea (2017): Evaluation study of the forestry measures under rural development: Case studies. Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Bruselas: Unión Europea

Comisión Europea (2018a): Bioeconomy: The European way to use our natural resources: Action plan 2018. Directorate-General for Research and Innovation. COM(2018) 673. Bruselas: Unión Europea

Comisión Europea (2018b): Evaluation study of the forestry measures under rural development: Executive summary. Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Bruselas: Unión Europea

Comisión Europea (2019a): El Pacto Verde Europeo. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Región. Bruselas: Unión Europea

Comisión Europea (2019b): Algodón. Agriculture and rural development. Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Bruselas: Unión Europea

Comisión Europea (2020a): Nuevo Plan de Acción para la Economía Circular por unha Europa más limpia y más competitiva. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Región. COM (2020) 98 final. Bruselas: Unión Europea

Comisión Europea (2020b): Estrategia de la UE sobre la biodiversidad de aquí a 2030. Reintegrar la naturaleza en nuestras vidas. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y social Europeo y al Comité de las Regiones. COM(2020) 667. Bruselas: Unión Europea.

Comisión Europea (2021a): Nueva Estrategia de la UE en favor de los Bosques para 2030. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y social Europeo y al Comité de las Regiones. COM(2021) 572 Bruselas: Unión Europea.

Comisión Europea (2021b): Textiles ecosystem and LSP(s). Pact for Skills, Industrial Ecosystems and Partnerships, Textile. Bruselas: Unión Europea.

Comisión Europea (2022): Estrategia para la circularidad y sostenibilidad de los productos textiles. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y social Europeo y al Comité de las Regiones. Bruselas: Unión Europea.

Comisión Europea (2023a): Transition Pathway for the textiles ecosystem. Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. Bruselas: Unión Europea.

Comisión Europea (2023b): Forests. Environment. Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Bruselas: Unión Europea.

Comisión Europea (2023c): EU forests: Commission adopts new guidelines to support tree planting actions and to protect old-growth forests. Directorate-General for Environment.

Comisión Europea-CSIL (2021): Data on the EU Textile Ecosystem and its Competitiveness. Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. Bruselas: Unión Europea.

Corbellini, E., e Saviolo, S. (2015): *Managing Fashion and Luxury Companies*. 3ª ed. Milano: Rizzoli Etas.

CORDIS (2023): CORDIS [Base de datos].

Crunchbase (s.d.): Jilin Chemical Fiber [en línea] Crunchbase. Recuperado o 24 de febreiro de 2023, de <https://www.crunchbase.com/organization/jilin-chemical-fibre>

Crunchbase (s.d.): Xinjiang Zhongtai Chemical [en línea] Crunchbase. Recuperado o 25 de febreiro de 2023, de <https://www.crunchbase.com/organization/xinjiang-zhongtai-chemical>

Daiwa Boron (s.d.): Company [en línea] Daiwa Boron. Recuperado o 24 de febreiro de 2023, de <https://daiwaboraion.co.jp/english/company>

Dicken, P. (2003): *Global shift: Reshaping the global economic map in the 21st century*. 4ª ed. London: Sage.

D'Itria, E., e Colombi, C. (2022): "Biobased innovation as a fashion and textile design must: A European perspective", *Sustainability*, vol. 14, núm. 1, p. 570.

EEA (2023) "European forest ecosystems: key allies in sustainable development" European Environment Agency. Copenhagen.

Ellen MacArthur Foundation (2013): "Towards the circular economy Vol. 1: An economic and business rationale for an accelerated transition", Ellen MacArthur Foundation. Isle of Wight.

Ellen MacArthur Foundation (2017): "A new Textiles economy: Redesigning fashion's future. Ellen MacArthur Foundation", Isle of Wight.

ENKA (s.d.): Home. [en línea] Recuperado o 25 de febreiro de 2023, de <https://www.enka.com/>

Euratex (2022): Facts e Key Figures of the European Textile and Clothing Industry 2022. Bélxica: The European Apparel and Textile Confederation.

Eurostat (2023): Eurostat [Base de datos].

Evrnu (s.d.): Home. [en línea] Recuperado o 24 de febreiro de 2023, de <https://www.evrnu.com/>

FÓ (2018): "State of Mediterranean Forest 2018", Organisation des Nations Unies por l'alimentation et l'agriculture. Roma.

FÓ (2020): "Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020: Principales resultados", Organisation des Nations Unies por l'alimentation et l'agriculture. Roma.

FAOSTAT (2023): FAOSTAT [Base de datos].

FCFC Plastics (s.d.): Product [en línea] Recuperado o 26 de febreiro de 2023, de <https://en.fcfc-plastics.com/>

Ferrer et al. (2022): "Proyecto Economía Circular España", Accenture, Universidad Pompeu Fabra, Universitat Politècnica de Catalunya, FUNSEAM. Barcelona.

Fletcher, K., Grose, L., e Hawyken, P. (2012): *Gestionar la sostenibilidad en la moda: Diseñar para cambiar materiales, procesos, distribución, consumo*. 1ª ed. Barcelona: Art Blume.

Freitas, A., e Mathews, R. (2017): "Viscose fibres production. An assessment of sustainability issues", Water Footprint Network. Enschede.

Friant, M. C., Vermeulen, W. J., e Salomone, R. (2020): "A typology of circular economy discourses: Navigating the diverse visions of a contested paradigm", *Resources, Conservation and Recycling*, 2020, vol. 161, p. 104917.

FSC (s.d.): Home. [en línea] Recuperado o 14 de abril de 2023, de <https://es.fsc.org/es-es>

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., e Hultink, E. J. (2017): "The Circular Economy—A new sustainability paradigm?", *Journal of cleaner production*, vol. 143, pp. 757-768.

Georgescu-Roegen, N., Naredo, J. M., e Grinevald, J. (1996): *La ley de la entropía y el proceso económico*. 1ª ed. Madrid: Fundación Argentaria.

Gereffi, G., e Frederick, S. (2010): *The Global Apparel Value Chain, Trade and the Crisis*. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.

Giurca, A., & Befort, N. (2023): Deconstructing substitution narratives: The case of bioeconomy innovations from the forest-based sector. *Ecological Economics*, vol. 207, p. 107753.

Global Footprint Network (s.d.): “Huella Ecológica y Biocapacidade en la Comunidad Andina”, Global Footprint Network, Comunidad Andina, Cooperación Regional para los países andinos. Geneva.

Global Forest Watch (2023) Global Forest Watch [Base de datos].

Google Trends (2023) Google Trends [Base de datos].

GP Cellulose (s.d.): Product Overview. [en línea] Recuperado o 25 de febreiro de 2023, de <https://www.gp.com/product-overview/gp-cellulose/>

H&M Group (2022): “Sustainability Reporting. Annual and Sustainability Report 2022”, H&M Group. Stockholm.

Haemmerle, F.M. (2011): “The cellulose gap (the future of cellulose fibres)”, *Lenzinger Berichte*, vol. 89, núm. 1, pp. 12-21.

Hangzhou K&M Textile (2022): ¿No puedes distinguir entre viscosa, modal e lyocell? [en línea] Conocimiento - Hangzhou K&M Textile Co., Ltd. Recuperado o 13 de maio de 2023, de <https://www.kmoutdoorsports.com/info/can-t-tell-the-difference-between-viscose-mod-69554521.html>

Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A.,... e Townshend, J. (2013): “High-resolution global maps of 21st-century forest cover change”, *Science*, vol. 342, núm. 6160, pp. 850-853.

Harmon, M. E. (2019): “Have product substitution carbon benefits been overestimated? A sensitivity analysis of key assumptions”, *Environmental Research Letters*, vol. 14, núm. 6, p. 065008.

Hassegawa, M., Van Brusselen, J., Cramm, M., e Verkerk, P. J. (2022): “Wood-Based Products in the Circular Bioeconomy: Status and Opportunities towards Environmental Sustainability”, *Land*, vol. 11, núm. 12, p. 2131.

Heinonen, T., Pukkala, T., Asikainen, A., e Peltola, H. (2018): “Scenario analyses on the effects of fertilization, improved regeneration material, and ditch network maintenance on timber production of Finnish forests”, *European Journal of Forest Research*, vol. 137, pp. 93-107.

Hetemäki, L., e Hurmekoski, E. (2016): “Forest Products Markets under Change: Review and Research Implications”, *Current Forestry Reports*, vol. 2, pp. 177-188.

Howard, C., Dymond, C. C., Griess, V. C., Tolkien-Spurr, D., e van Kooten, G. C. (2021): “Wood product carbon substitution benefits: A critical review of assumptions”, *Carbon Balance and Management*, vol. 16, pp. 1-11.

Hubei Golden Ring (s.d.) Home. [en línea] Recuperado o 26 de febreiro de 2023, de <http://www.hubeigoldenring.com/en/>

Hurmekoski, E., Kunttu, J., Heinonen, T., Pukkala, T., e Peltola, H. (2023): “Does expanding wood use in construction and textile markets contribute to climate change mitigation?”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 174, p. 113152.

Hurmekoski, E., Myllyviita, T., Seppälä, J., Heinonen, T., Kilpeläinen, A., Pukkala, T.,... e Peltola, H. (2020): "Impact of structural changes in wood-using industries on net carbon emissions in Finland", *Journal of Industrial Ecology*, vol. 24, núm. 4, pp. 899-912.

Hurmekoski, E., Smyth, C., Stern, T., Verkerk, P. J., e Asada, R. (2021): "Substitution impacts of wood use at the market level: A systematic review", *Environmental Research Letters*, vol. 16, núm. 12, p. 123004.

Hurmekoski, E., Suuronen, J., Ahlvik, L., Kunttu, J., e Myllyviita, T. (2022): "Substitution impacts of wood-based textile fibers: Influence of market assumptions", *Journal of Industrial Ecology*, vol. 26, núm. 4, pp. 1564-1577

ICAC (2023): International Cotton Advisory Committee [Base de datos].

IDE/JETRO, WTO, e OECD (2013): Aid for trade and value chains in textiles and apparel.

IFCG (2023): Inventario forestal continuo de Galicia, Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.

IFN (2011): Cuarto Inventario Nacional. Ministerio para la transición Ecológica y el Reto demográfico. Madrid.

Impulsa Galicia (2023): Proyectos merecedores de fondos Next Generation.

Inditex (2022): Estado de Información no Financiera 2022. Memoria Anual Inditex 2022.

Infinited Fiber Company (s.d.): Home. [en línea] Recuperado o 23 de febreiro de 2023, de <https://infinitedfiber.com/>

Innovation in Textiles. (2021): HKRITA Green Machine for Isko [en línea] Recuperado o 23 de febreiro de 2023, de <https://www.innovationintextiles.com/hkrita-green-machine-for-isko/>

Institution of Mechanical Engineers (2018): Engineering out fashion waste. Wales: Institution of Mechanical Engineers.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): (2023): AR6 Synthesis Report. Climate Change 2023. Interlaken Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change

Jiménez Herrero, L.M. (2020): "Economía Circular-espiral transición hacia un metabolismo económico cerrado", *Actualidad Jurídica Ambiental*, núm. 98, pp.. 74-81

Kallio, A. M., e Solberg, B. (2018): "Leakage of forest harvest changes in a small open economy: Case Norway", *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 33, núm. 5, pp. 502-510.

Kallio, M., Chen, X., Jonsson, R., Kunttu, J., Zhang, Y., Toppinen, A., Zhang, J., Chen, J., Krajnc, N., Cashore, B., Yu, B., Yong, C., e Pettenella, D. (2020): "China-Europe forest bioeconomy: Assessment and outlook", European Forest Institute. Joensuu, Finland.

Kallio, A. M. I. (2021): "Wood-based textile fibre market as part of the global forest-based bioeconomy", *Forest Policy and Economics*, vol. 123, p. 102364

Kara Fiber (s.d.): About Kara Fiber. [en línea] Recuperado o 25 de febreiro de 2023, de <https://www.karafiber.com/about-karafiber/>

Kelheim Fibres (s.d.): Home. [en línea] Recuperado o 24 de febreiro de 2023, de <https://kelheim-fibres.com/>

Kemp, R. e Pearson, P. (2007): "Final report MEI project about measuring eco-innovation", *UM Merit, Maastricht*, vol. 10, núm. 2, pp. 1-120.

Kirchherr, J., Reike, D., e Hekkert, M. (2017): "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions", *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 127, pp. 221-232.

Kline, S. J., Rosenberg, N., e Landau, R. (1986): "The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth", National Academy Press. Washington, DC.

Konina, N. Y. (2023): "Smart Digital Innovations in the Global Fashion Industry and a Climate Change Action Plan", en *Smart Green Innovations in Industry 4.0 for Climate Change Risk Management*. Cham: Springer International Publishing. pp. 255-263

Koopman, R., Powers, W., Wang, Z., e Wei, S. J. (2010): "Give credit where credit is due: Tracing value added in global production chains", National Bureau of Economic Research.

Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A. E., e Birkie, S. E. (2018): "Circular economy as an essentially contested concept", *Journal of Cleaner Production*, vol. 175, pp. 544-552.

Kranthi, K. R. (2020): "Visión de algodón 2030", ICAC Recorder, XXXVIII, vol. 4. ICAC, Comité Consultivo Internacional del Algodón. Washington, DC.

Krifa, M. (2012): "Fiber Length Distribution Variability in Cotton Bale Classification: Interactions among Length, Maturity and Fineness", *Textile Research Journal*, vol. 82, pp. 1244-1254.

Krifa, M. (2013): "Cotton Fiber Length Distribution Modality Alteration in Ginning and Mill Processing", *The Journal of The Textile Institute*, vol. 104, pp. 731-744.

Krifa, M., e Stevens, S. (2016): "Cotton Utilization in Conventional and Non-Conventional Textiles—A Statistical Review", *Agricultural Sciences*, vol. 7, pp. 747-758.

Kuura (s.d.) Product. [en línea] Recuperado o 23 de febreiro de 2023, de <https://www.kuura.io/product/>

Lasarte-López, J., Ronzon, T., M'barek, R., Carus, M., e Tamošiūnas, S. (2023): Jobs and wealth in the EU bioeconomy / JRC - Bioeconomics [Dataset]. European Commission, Joint Research Centre (JRC)

Lawson, L., Degenstein, L. M., Bates, B., Chute, W., King, D., e Dolez, P. (2022): "Cellulose Textiles from Hemp Biomass: Opportunities and Challenges", *Sustainability*, vol. 14, núm. 22, p. 15337.

Lazarevic, D., e Valve, H. (2017): "Narrating expectations for the circular economy: Towards a common and contested European transition", *Energy Research e Social Science*, vol. 31, pp. 60-69.

Lenzing Group (2023): Productos. [en línea] Recuperado o 4 de abril de 2023, de <https://www.lenzing.com/products>

Lenzing (2021): Two champions of postconsumer Textile recycling joining forces. [en línea] Recuperado o 5 de abril de 2023, de <https://www.lenzing.com/newsroom/press-releases/press-release/two-champions-of-post-consumerTextile-recycling-joining-forces>

Lenzing (s.d.) Productos. [en línea] Recuperado o 5 de abril de 2023, de <https://www.lenzing.com/products>

Malik Chua, J. (2020): "Fashion Can't Solve the Ocean Plastic Problem", *The Business of Fashion*. London.

Martínez De Arano, I., Palahí, M., Farcy, C., Rojas Briaies, E., e Hetemaki, L. (2018): "Perspectivas de unha Bioeconomía forestal en el Mediterráneo", *Mediterráneo Económico*, núm. 31, pp. 63-91.

McCormick, K., e Kautto, N. (2013): "The bioeconomy in Europe: An overview", *Sustainability*, vol. 5, núm. 6, pp. 2589-2608.

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., e Behrens III, W. W. (1974): *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. 5ª ed. New York: Universe Books.

Minney, S. (2022): *Moda regenerativa. unha perspectiva basada en la naturaleza: fibras, medios de subsistencia y liderazgo*. 1ª ed. Barcelona: Naturart.

Modaes (2022): "Los diez mayores grupos de distribución de moda del mundo", Modaes. Barcelona

Mubareka, S., Giuntoli, J., Sanchez Lopez, J., Lasarte Lopez, J., M`barek, R., Ronzon, T., Renner, A. and Avraamides, M., (2023) "Trends in the EU bioeconomy", Publications Office of the European Union. Luxemburgo: Unión Europea.

Naia by Eastman (s.d.) Renew. [en línea] Recuperado o 27 de febreiro de 2023, de <https://naia.eastman.com/renew>

Neiva, K. N., Gonçalves, A. C. N., Bastos, B. G., e de Meira Vasconcelos, A., e de Jesus Lopes, J. C. (2022): "Bioeconomy: A Theoretical Essay on the dimensions of stakeholders' conceptual approaches", *Ciência e Natura*, vol. 44, p. 16

Niinimäki, K., Peters, G., Dahlbo, Het al., et al. (2020): "The environmental price of "moda rápida", *Nature Reviews Earth e Environment*, vol. 1, pp. 189-200.

NIST (2021): *Facilitating a Circular Economy for Textiles*. Colorado: National Institute of Standards and Technology.

OECD (2009): *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*. International Futures Programme. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.

OECD (2022): *Trade in Value Added (TiVA) 2021 ed: Principal Indicators*. [Base de datos]

- OECD/FÓ (2021): Cotton. OECD-FÓ Agricultural Outlook 2021-2030. Paris: OECD Publishing.
- O'Neill, D. W., Fanning, A. L., Lamb, W. F., e Steinberger, J. K. (2018): "A Good life for all within planetary boundaries", *Nature Sustainability*, vol. 1, pp. 88-95.
- Parlamento Europeo (2022): La Unión Europea y los bosques. Fichas temáticas sobre la Unión Europea. Strasbourg: Parlamento Europeo.
- Patti, A., e Acierno, D. (2022): "Towards the sustainability of the plastic industry through biopolymers: Properties and potential applications to the textiles world", *Polymers*, vol. 14, núm. 4, p. 692.
- Pearce, D., e Turner, R. (1995): *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*. 1ª ed. Madrid: Celeste ediciones.
- PEFC (s.d.): Home. [en línea] Recuperado o 12 de abril de 2023, de <https://www.pefc.es/>
- Pereira, Á. (2016): *Eco-innovación Factores impulsores e Experiencia na Industria Galega*. 1ª ed. Santiago de Compostela: Andavira.
- Pereira, Á. (2020): "Inditex: A circular economy business model case", R2piproject. Santiago de Compostela.
- Phoenxt (s.d.) Home. [en línea] Recuperado o 26 de febreiro de 2023, de <https://www.phoenxt.com/>
- Piketty, T. (2019) *Capital e ideología*. 1ª ed. Barcelona: Deusto.
- PNUMA (2022): Emissions Gap Report 2022: The Closing Window - Climate Crisis Calls for Rapid Transformation of Societies. Nairobi: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Porter, M. E. (1997): "Competitive Strategy", *Measuring Business Excellence*, vol. 1, núm. 2, pp. 12-17.
- Puentes Cociña, B. (2021): "Ecodiseño de productos para la Economía Circular: durabilidad, reparación y reutilización", en Nogueira, N. e Vence, X. [dir.]: *Redondear la Economía Circular. Del discurso oficial a las políticas necesarias*. Thompson-Reuters, Aranzadi.
- Raworth, K. (2017): *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*. 1ª ed. London: Random House Business Books.
- Renewcell (s.d.) Home. [en línea] Recuperado o 27 de febreiro de 2023, de <https://www.renewcell.com/en/>
- Rennings, K. (1998): "Towards a theory and policy of eco-innovation – Neoclasical and (Co)Evolutionary Perspectives", *ZEW Discussions Papers*, pp. 98-24.
- Richetti, M. (2017): *Neomateriali nell'economia circolare. Moda*. 1ª ed. Milano: Edizioni Ambiente.
- Risi (2013): Fortress Paper to Operate Its Specialty Cellulose Mill as Swing Mill to Also Produce NBHK Pulp. [en línea] Recuperado o 30 de maio de 2023, de <https://technology.risiinfo.com/mills/north-america/projects/fortress-paper-operate-its-specialty-cellulose-mill-swing-mill-also-produce-nbhkpulp>

- Rockström, J., Gaffney, O., Rogelj, J., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Schellnhuber, H. J., et al. (2017): "A roadmap for rapid decarbonization", *Science*, vol. 355, núm. 6331, pp. 1269-1271.
- Rockström, J., Gupta, J., Qin, D., Lade, S. J., Abrams, J. F., Andersen, L. S.,... Zhang, X. (2023): "Safe and just Earth system boundaries", *Nature*, 1-10.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E.,... Foley, J. (2009): "Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity", *Ecology and Society*, vol. 14, núm. 2.
- Rodríguez, D. (2017): El sector forestal y los mercados de carbono. 7º Congreso Forestal Español (CFE). Plasencia.
- Rodríguez-Chaves, B. (2020): "La Bioeconomía forestal como integradora de la cohesión territorial, prevención de incendios y lucha contra el cambio climático. Unos apuntes", *Actualidad Jurídica Ambiental*, vol. 102, núm. 2, pp. 717-733.
- Rodríguez-Noriega, P., e Fernández, A. (2017): Proyectos de carbono de gestión forestal orientada al pago por servicios ambientales. LIFE FOREST CO2. 7º Congreso Forestal Español (CFE). Plasencia.
- Ronzon, T., Piotrowski, S., Tamosiunas, S., Dammer, L., Carus, M., e M'barek, R. (2020): "Developments of Economic Growth and Employment in Bioeconomy Sectors across the EU", *Sustainability*, vol. 12, núm. 11, p. 4507.
- Rum Indonesia (s.d.): Home. [en línea] Recuperado o 22 de febreiro de 2023, de <https://rum-indonesia.com/home>
- Sappi (2020): Cloquet Mill. [en línea] Recuperado o 31 de maio de 2023, de <https://www.sappi.com/cloquet-mill>
- SaxCell (s.d.): About. [en línea] Recuperado o 25 de febreiro de 2023, de <https://saxcell.com/about>
- Schmitz, H., e Knorringa, P. (2000): "Learning from Global Buyers", *The Journal of Development Studies*, vol. 37, núm. 2, pp. 177-205.
- SDXL Chem (s.d.): Home. [en línea] Recuperado 24 de febreiro o de 2023, de <http://www.sdxlchem.com/>
- Seisl, S., e Hengstmann, R. (2021): "Manmade Cellulosic Fibers (MMCF)—A Historical Introduction and Existing Solutions to a More Sustainable Production", en A. Matthes, K. Beyer, H. Cebulla, M. G. Arnold, e A. Schumann [Eds.], *Sustainable Textile and Fashion Value Chains*. Cham: Springer.
- Shen, L., Worrell, E., e Patel, M. K. (2010): "Environmental impact assessment of man-made cellulose fibres", *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 55, núm. 2, pp. 260-274.
- Silver Hawk Fiber (s.d.): Home. [en línea] Recuperado o 26 de febreiro de 2023, de <https://www.silverhawkfiber.com/>

Södra. (s.d.): Home. [en línea] Recuperado o 26 de febrero de 2023, de <https://www.sodra.com/en/global/>

Spinnova. (s.d.): Home. [en línea] Recuperado o 26 de febrero de 2023, de <https://treetotextile.com/>

Stahel, W. R. (1984): *The Product-Life Factor. In An Inquiry Into the Nature of Sustainable Societies: The Role of Private Sector*, pp. 72-96. Geneva: Houston Area Researcher Center (HARC)

Stahel, W. R. (2019): *Economía Circular para todos: Conceptos básicos para ciudadanos, empresas y gobiernos*. 1ª ed. Independently Published.

Stora Enso. (2019): Stora Enso Uniquely Positioned in Dissolving Pulp. Stora Enso Newsroom. [en línea] Recuperado o 28 de maio de 2023, de <https://www.storaenso.com/en/newsroom/news/2019/10/stora-enso-uniquely-positioned-in-dissolving-pulp-market>.

Swanoricell (s.d.): Home. [en línea] Recuperado o 24 de febrero de 2023, de <http://en.swanoricell.com/>

Tencel Refibra. (2023): Home. [en línea] Recuperado o 27 de abril de 2023, de <https://www.tencel.com/es/refibra>

Textile Exchange. (2017): *Creating Material Change: Annual Report 2017*. Textile Exchange. Texas.

Textile Exchange. (2020): *Material Terminology Guide*. Textile Exchange. Texas.

Textile Exchange. (2021): *Preferred Fiber e Materials Market Report 2021*. Textile Exchange. Texas.

Textile Exchange. (2022): *Preferred Fiber e Materials Market Report 2022*. Textile Exchange. Texas.

Textile Exchange. (2023): *Preferred Fiber e Materials: Definitions. Initial Guidance*. Textile Exchange. Texas.

Treefortextile. (s.d.): Home. [en línea] Recuperado o 1 de marzo de 2023, de <https://spinnova.com/>

TS Sanyou. 产品介绍 (s.d.): Product Introduction. [en línea] Recuperado o 26 de febrero de 2023, de <http://www.ts-sanyou.com.cn/syhx/contents/740/9661.html>

UN (1992): *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro

UNECE (2017): *Forests for Fashion - Fashion for Forests* [en línea] Recuperado o 11 de abril de 2023, de <https://unece.org/info/publications/pub/22076>

UNECE (s.d.): *FORESTS4FASHION* Recuperado o 11 de abril de 2023, de <https://unece.org/forests/forests-fashion>

UNLEAP. (2008): *Circular Economy Promotion Law of the People's Republic of China*. UN Environment Programme Law and Environment Assistance Platform. Environmental Law Programme. Montevideo.

Valmet. (2019): Valmet Delivers Key Technology for Bracell's New Pulp Mill in Brazil. [en línea] Recuperado o 2 de maio de 2023, de <https://www.valmet.com/media/news/press-releases/2019/valmet-delivers-key-technology-for-bracells-new-pulp-mill-in-brazil/>.

Valmet. (2020): Valmet to Supply Ash Treatment System to L.D. Celulose in Brazil. [en línea] Recuperado o 2 de maio de 2023, de <https://www.valmet.com/media/news/press-releases/2020/valmet-to-supply-ash-treatment-system-to-l.d.-celulose-in-brazil/>

van Heiningen, A. (2006): "Converting a Kraft pulp mill into an integrated forest biorefinery", *Pulp and Paper Canada*, vol. 107, pp. 38-43.

Vence, X. (2021): Economía Circular transformadora. En Nogueira, N. e Vence, X [dir.]: *Redondear la Economía Circular. Del discurso oficial a las políticas necesarias*. Thompson-Reuters, Aranzadi: Navarra.

Viscose Fiber (s.d.): Home. [en línea] Recuperado o 23 de febreiro de 2023, de <http://www.viscosefibre.com/>

Wiedmann, T., et al. (2020): "Scientists' warning on affluence", *Nature Communications*, vol. 11, núm. 1, p. 3107.

Williamson, P. et al. (2016): "Reducción de emisiones: examinar os métodos de eliminación de CO2", *Natureza*, vol. 530, núm. 7589.

Woodings, C., et al. (2001): *Regenerated Cellulose Fibres*. 1ª ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Yingcell (s.d.): About. [en línea] Recuperado o 25 de febreiro de 2023, de <http://en.yingcell.cn/about.html>

Young, R. L. (2017): "Global trends in pulp dissolution", *Spectrum*, vol. 36, núm. 2, pp. 52-53.