

Artículo de revisión

Tendencias de estudio en la economía circular desde la gestión de cadena de suministros en la industria textil y confecciones

Study trends in the circular economy from supply chain management in the textile and clothing industry

Liliana Esperanza Landinez-Safra¹  y Luis Eduardo Rodríguez Arenas² 

¹MSc. Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia. *Email:* lilianaesperanzals@ufps.edu.co

²MSc. Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia. *Email:* luiseduardorar@ufps.edu.co

Para citar este artículo: Landinez, S. L. y Rodríguez, A. L. (2022). Tendencias de estudio en la economía circular desde la gestión de cadena de suministros en la industria textil y confecciones. *Clio América*, 16(31), 828-836. <http://dx.doi.org/10.21676/23897848.4982>

Recibido: 25 febrero de 2022

Aceptado: 16 de mayo de 2022

Publicado en línea: mayo 31 de 2022

RESUMEN

Palabras

clave:

economía circular; vida útil; cadena de suministros; sostenibilidad y ecología industrial.

Las prácticas de gestión de la cadena de suministro sostenible se han desarrollado desde hace algún tiempo, a nivel mundial, con el objeto de incorporar las cuestiones ecológicas a las empresas, disminuyendo los efectos destructivos involuntarios sobre el medio ambiente en el proceso de fabricación y compra. Al mismo tiempo, las economías circulares amplían los límites de la sostenibilidad medioambiental, al destacar la noción de bienes innovadores, creando una relación viable entre los ecosistemas y el crecimiento económico. A través de una revisión sistemática de la literatura, este documento identifica cuatro tendencias de estudio (factores, barreras, prácticas y rendimiento), al aplicar una economía circular en la industria textil y de la confección. Se establece un modelo conceptual basado en estas cuatro tendencias de estudio, que ilustra la relación entre ellos, y se destacan los retos de la aplicación de la economía circular, ofreciendo algunas sugerencias para los gestores de la industria textil y de la confección. Por último, se concluyen varias direcciones de investigaciones futuras.

JEL: L2; D2; Q2

ABSTRACT

Keywords:

circular economy; useful life; supply chain; sustainability and industrial ecology.

Sustainable supply chain management practices have been developed globally for some time with the aim of incorporating green concerns into business, lessening the unintended destructive effects on the environment in the manufacturing and purchasing process. At the same time, circular economies push the boundaries of environmental sustainability by highlighting the notion of innovative goods, creating a viable relationship between ecosystems and economic growth. Through a systematic review of the literature, this document identifies four study trends (factors, barriers, practices, and performance) when applying a circular economy in the textile and clothing industry. A conceptual model based on these four study trends is established, illustrating the relationship between them. Highlighting the challenges of applying the circular economy and offering some suggestions for managers in the textile and clothing industry. Finally, several directions for future research are concluded.



INTRODUCTION

La economía circular (EC) es una economía industrial orientada a la sostenibilidad, enriquecida a través de objetos y diseños restaurativos (Bakker et al., 2014). De igual forma, Balanay y Halog (2019) afirmaron que el núcleo de la EC es recuperar el valor de los productos tangibles a través de un bucle cerrado de reutilización y restauración que podría aumentar tanto el rendimiento económico y medioambiental al reciclaje y la recuperación. En la economía circular, la noción de “residuos” podría reducirse mediante el rediseño de productos, procedimientos de fabricación y cadenas de suministro para que los recursos fluyan continuamente en un bucle cerrado. A este respecto, Bayus (1994) define las cadenas de suministro de bucle cerrado como “el diseño, el control y el funcionamiento de un sistema para maximizar la creación de valor durante todo el ciclo de vida de un producto con una recuperación dinámica a partir de diferentes tipos y volúmenes de devoluciones” (p. 10). Algunos investigadores comparan estos bucles con el metabolismo de la fabricación (Foundation Ellen MacArthur, 2013). Beccarello y Di Foggia (2018) propusieron que una revisión exhaustiva de toda la cadena de la fabricación es un paso esencial hacia un sistema de producción más amigable con el medio ambiente y sostenible, basado en la reutilización de recursos y la prefabricación (Chen et al., 2021). Este modelo puede construirse sobre una base de cuna, inspirando el uso de tecnologías y materias primas bionutritivas que no tengan una influencia perjudicial en los ecosistemas (Beccarello y Di Foggia, 2018).

Sin embargo, Clift y Druckman (2016) explicaron que la EC representa el límite de la sostenibilidad medioambiental, al crear conciencia sobre la transformación de los productos básicos, de forma que se desarrolle una conexión entre proteger el medio ambiente y el progreso económico (Chen et al., 2021). Esto puede lograrse mediante el rediseño del flujo de ingresos sobre la base del desarrollo económico a largo plazo y la innovación (Dahibo et al., 2017). Se ha afirmado que la EC no se centra únicamente en la disminución de los residuos de los vertederos (Dahibo et al., 2017) o en retrasar los flujos de materiales de la cuna a la tumba, sino que también se preocupa por el establecimiento de un metabolismo que permita enfoques de fabricación autosostenibles y amables con la naturaleza, y que los recursos se reciclen una y otra vez (Clift y Druckman, 2016).

Elliot (2017) ha constatado que la noción de gestión de la cadena de suministro (GCS) ha crecido en paralelo a la EC (aunque hay algunas diferencias esenciales en sus principios), que ha aparecido en la literatura del ecosistema manufacturero durante los últimos diez años. La GCS trata de combinar varios intereses ecológicos en asociaciones, minimizando los flujos de recursos y disminuyendo los efectos destructivos no deseados de la cadena de suministro (Enes y Kipöz, 2020).

Los métodos para asociar los enfoques de la GCS con la ética de la EC son importantes debido a que hay restricciones de la sostenibilidad ecológica. Además, la EC se centra principalmente en los flujos de recursos mediante procedimientos comerciales (Esteve y De la Guardia, 2017). Por lo tanto, otros problemas vitales como la aceptación de los efectos ecológicos (por ejemplo, los asociados a la eficiencia energética y la contaminación atmosférica y la

contaminación atmosférica) y las implicaciones de otros efectos no se han resuelto desde la perspectiva de la sostenibilidad social.

La industria textil y de la confección (TyC en adelante) se ha convertido en una de las industrias de mercancías más cruciales, con una larga cadena de suministro, como lo considera la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2019). También está considerada como una de las industrias más contaminantes del mundo (Desore y Narula, 2018). Por ejemplo, la fabricación de prendas de vestir requiere enormes volúmenes de energía y agua en la producción de tejidos. La contaminación es otro problema inicial en la industria de la confección. Sin un tratamiento adecuado antes del vertido, las aguas residuales del proceso húmedo contienen sustancias químicas nocivas que pueden provocar graves daños ecológicos (Franco, 2017).

Los problemas descritos anteriormente son comunes en la cadena de suministro de TyC en todos los ámbitos, incluidos el diseño y la producción de ropa, el embalaje y la entrega, el uso y la restauración, y la gestión de residuos (Gadde y Jonsson, 2019). Geissdoerfer *et al.* (2017) creían que la entrada y salida del “ciclo de vida del producto textil” de la industria de la moda tenía una influencia en el medio ambiente, pero la magnitud del efecto era sorprendente. Ellos afirmaron que parte de la razón es la enorme escala de la industria TyC, que se cree que es una industria de 1,3 billones de dólares y la tercera industria manufacturera más grande del mundo, después de los automóviles y la tecnología (Foundation Ellen MacArthur, 2013). Además, la Foundation Ellen MacArthur (2013) publicó un informe que confirma que las emisiones de gases de efecto invernadero de la producción de TyC superan las emisiones combinadas de la aviación internacional y el transporte marítimo. Si la emisión de la industria de TyC continúa por este camino, se espera que represente una cuarta parte de las emisiones de carbono del mundo en 2050 (Foundation Ellen MacArthur, 2013). Además, la huella de carbono anual del ciclo de vida de los productos de la industria de la moda (3 300 millones de toneladas de emisiones de CO₂) es casi igual a la huella de carbono de los 28 países/regiones de la UE (3 500 millones de toneladas). Ésto demuestra las dificultades para ajustar la circularidad de la cadena de suministro de TyC a través de la innovación sostenible, lo cual es digno de estudio.

De acuerdo a lo anterior, el objetivo de este documento es descubrir el estado actual de la investigación en materia de GCS hacia una economía circular (EC) en la industria de TyC. A lo largo de esta revisión literaria, se pudo establecer, a *grosso modo*, los facilitadores y las barreras en la aplicación de una cadena de suministro circular, enumerando las prácticas en cada una de las etapas de la cadena de suministro e identificando algunos indicadores para la evaluación del rendimiento sostenible en una cadena de suministro orientada a la EC en la industria textil. Algunas revisiones bibliográficas se han centrado en la EC; sin embargo, la mayoría han revisado las prácticas de la EC a un nivel macro analítico y otras han identificado las diferencias entre una cadena de suministro sostenible y una EC (Guo et al., 2021). Solo un pequeño número se han centrado en la práctica de la EC y sus facilitadores y obstáculos a la hora de la implementación de una EC integral en la industria manufacturera.

Luego de esta introducción, se hace referencia a la meto-

dología, los resultados y la discusión de los mismos. En las conclusiones de la investigación se identificaron las lagunas en la literatura y se recomiendan áreas para futuras investigaciones.

METODOLOGÍA

Para lograr el propósito de la investigación, se realizó una revisión literaria como un enfoque para un análisis detallado de la literatura. Según Guirao (2015), una revisión literaria es “una sinopsis que resume diferentes investigaciones y artículos que nos da una idea sobre cuál es el estado actual de la cuestión a investigar” (p. 3). Esto implicó una exploración exhaustiva de la literatura y un determinado procedimiento de recopilación, consultando artículos en la base de datos indexada Scopus con una ecuación de búsqueda basada en el término “EC” y dentro de un lapso de tiempo comprendido entre el año 2000 y 2021.

Como resultado, se encontraron 592 artículos, a partir de lo cual se conformó una red de citas con 812 nodos (artículos) y 1 649 enlaces (citas), con el fin de identificar las principales tendencias del tema (impulsores, barreras, prácticas y rendimiento) mediante un algoritmo de modularidad. “Estas referencias fueron examinadas mediante la teoría de grafos, con el objeto de distinguir los artículos más importantes, los seminales y los recientes” (Valencia et al., 2020, p. 6). De igual forma, se realizó el análisis de citas, el cual sirve para identificar diferentes áreas de un tema de investigación (Buitrago et al., 2019).

Adicionalmente, se utilizó un enfoque sociocéntrico mediante el software SCI2 y se calcularon algunos indicadores completos de la red a través del software Unicet (cabe aclarar que los softwares aplican de forma automática el algoritmo de modularidad) que se distinguen a continuación en la tabla 1:

Tabla 1. Algoritmo de modularidad aplicado

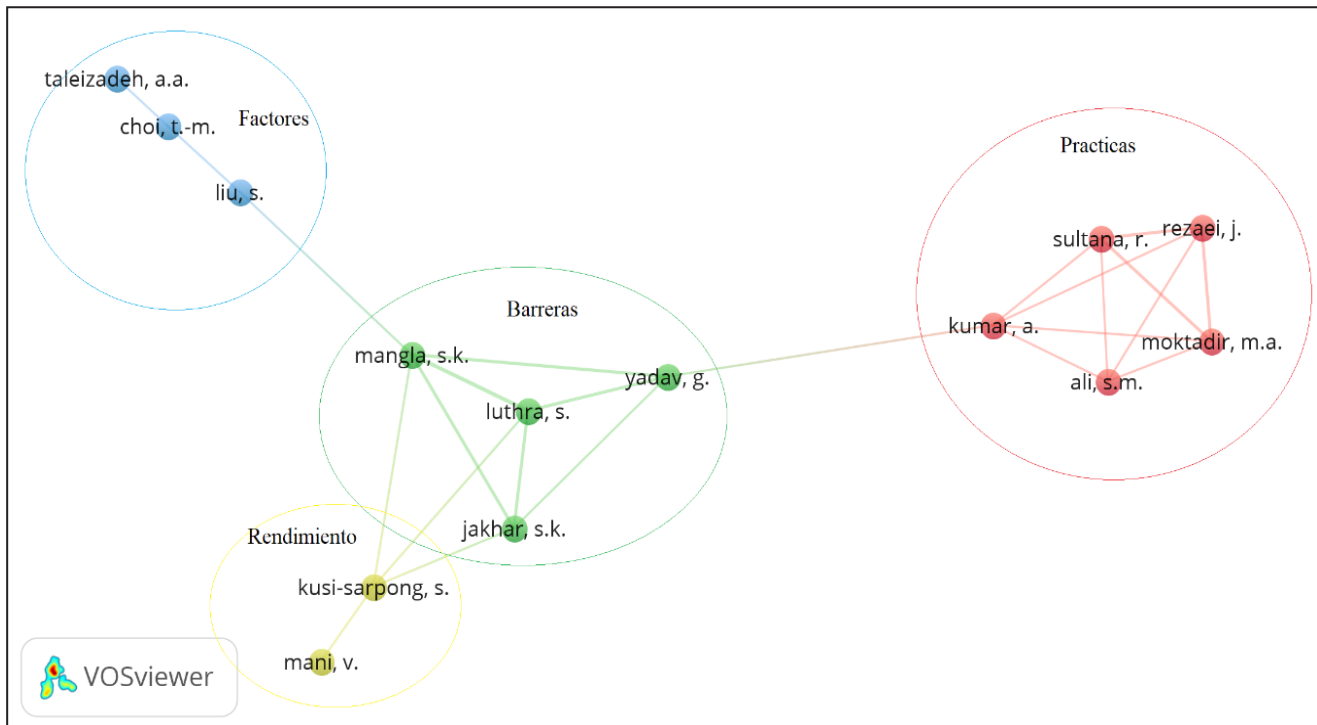
1	2	3
Densidad	N.º de vínculos	Cociente medio
0,0068	1,427	11,6358

Fuente: algoritmo de modularidad obtenido en el software Unicet.

La densidad es 0,0068 % de vínculos, corroborando una peculiaridad de las redes de colaboración, las cuales son irrisorias. El segundo indicador es la cantidad de vínculos entre autores o coautores de la red 1 427; esto como simetría de la totalidad es un indicativo pequeño. El último indicador sugestivo es el cociente medio, definiendo que cada autor tiene, por lo menos, 11,6 autores o coautores.

La red de autores o coautores que se presenta en la figura 1 se obtiene mediante el software Vosviewer, ineludible para edificar y representar redes bibliométricas. Cabe resaltar que, dentro de cada grupo identificado, existen más autores; no obstante, por la garantía de conservar la calidad en la imagen, se precisan no proyectar.

Figura 1. Red de autores o coautores



Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

Tendencia 1: Factores

- **Factores organizacionales**

Dahibo et al. (2017) afirmaron que la participación de los empleados y la inspiración en las diferentes empresas puede ser una fuerza impulsora para aumentar la información sobre la EC. Si el personal se ofrece como voluntario y aprovecha la oportunidad de asesorar a la alta dirección sobre las ventajas de aplicar una EC, tanto el personal como la alta dirección podrían obtener información sobre este tema, lo que se convertiría en un elemento motivador.

La presión de los competidores para convertirse en ecológicos podría ser un elemento fundamental para la aceptación de una EC. Como parte del equipo de liderazgo, la alta dirección podría desempeñar un papel esencial a la hora de modelar habilidades más limpias para su uso en los procesos industriales de la empresa (Gadde y Jonsson, 2019). Un liderazgo evolucionado de la alta dirección garantiza la ventaja económica de la empresa. Los riesgos financieros pueden ser predecibles, los altibajos de la economía pueden medirse y la sostenibilidad de los beneficios puede mantenerse gracias a la gestión activa de los líderes de las empresas (Guo et al., 2021). La ayuda financiera a largo plazo puede empujar a las empresas a adoptar prácticas sostenibles (Haslinger et al., 2019).

- **Factores institucionales**

El refuerzo gubernamental y la legislación son una fuerza motriz de los procedimientos sostenibles y de una EC (Hassanbeigi y Price, 2015). En algunos países en desarrollo, los Gobiernos ya están prestando atención a las prácticas sostenibles en la industria y promulgan políticas para fomentar la innovación de la EC. También el apoyo gubernamental y la aplicación de la ley son esenciales para garantizar unas prácticas de fabricación sostenibles (Jeon y Phelps, 2018).

Diferentes instituciones gubernamentales a nivel mundial han anunciado que la EC es una política prioritaria desde 2015 y es previsible que, por ejemplo, la Unión Europea haya eliminado los obstáculos normativos más acuciantes de la EC (Kazancoglu et al., 2020). La intervención gubernamental puede reducir los elevados costes de inversión inicial, costes de un modelo de negocio circular (los cuales se han convertido en la más importante barrera del mercado), proporcionando apoyo financiero (De Oliveira Neto et al., 2019). Este apoyo financiero se ha transformado en una herramienta política ampliamente adoptada en todo el mundo, especialmente en el sector agrícola (Zuluaga et al., 2018). Si el coste de la inversión en un modelo empresarial circular es similar al de un modelo empresarial lineal, entonces al menos la excusa de que “la EC es demasiado cara” ya no podrá utilizarse. Los Gobiernos también pueden hacer cumplir la legislación en relación al reciclaje, la remanufactura y el envasado. El reciclaje y la reutilización de ingredientes y los envases forman parte de la EC y se consideran acciones ecológicas, en las que se centra

el apoyo gubernamental y la regulación (Zhu et al., 2010).

- **Consumidores**

La concienciación de los consumidores es una de las fuerzas motrices esenciales para la industria de TyC para aceptar una EC (Zamani et al., 2014). Los consumidores están cada vez más interesados en pasarse a una economía circular, ya que están en una línea. Los consumidores esperan productos respetuosos con el medio ambiente ecológico, ya que han recibido información sobre el desarrollo sostenible del Gobierno o a través de una mayor concienciación del público. En este sentido, la cooperación medioambiental con los clientes también se ha convertido en un motor crítico para construir una cadena de suministro de circuito cerrado. La presión de la comunidad es otra motivación para aplicar la EC, ya que puede inspirar al Gobierno a promulgar una legislación fuerte para garantizar la aplicación de prácticas sostenibles. Puede ser la presión más importante para que los fabricantes acepten los ejercicios y la EC (Yu et al., 2018).

Tendencia 2: Barreras

- **Barreras organizacionales**

Las barreras organizacionales incluyen la estrategia de la empresa, la planificación, la participación, la contratación y la formación del personal, la gestión de la responsabilidad ampliada, los requisitos de los sistemas de evaluación del rendimiento, el deseo de adquirir la mejor práctica, y estructuras organizativas de apoyo adecuadas (Yousef et al., 2020). La falta de estructuras y procedimientos corporativos claros impide a las empresas abordar eficazmente los problemas de sostenibilidad. Por ejemplo, puede que no haya procedimientos de control presupuestario.

Las políticas restrictivas de las empresas pueden ser una preocupación importante (Williams y Reed, 2004). Las empresas quieren establecer una imagen de marca sostenible para los consumidores. Los directivos no están dispuestos a comprometer la calidad del producto final utilizando materiales reciclados. Por tanto, las normas establecidas por las empresas para fabricar solo productos novedosos, sino también en la recuperación del valor secundario oculto de las mercancías devueltas. Con la aparición de la responsabilidad ampliada del productor, muchas empresas de TyC han empezado a participar en la cadena de reciclaje de productos básicos en la cadena de suministro (Wilkinson et al., 2001). Parece que se ha producido un cambio de paradigma por parte de las empresas a la hora de flexibilizar sus normas para integrar productos devueltos para mejorar el valor de forma rentable, lo que puede proporcionar a las empresas una ventaja sobre sus rivales.

- **Falta de educación**

La poca o nula educación en estos temas es uno de los mayores obstáculos para el éxito de la EC (Vajnhandi y Valh, 2014). La escasez de aprendizaje y educación es un reto primordial en el ciclo rentable (Trajković et al., 2017).

La educación y la formación son las primeras peticiones de cualquier organización; la demanda de formación se extiende a través de una empresa que se mueve hacia arriba y hacia abajo. La tecnología innovadora o modificada requiere un ajuste del conjunto de habilidades y el personal debe recibir una formación adecuada sobre la tecnología innovadora y los procedimientos que se aplican (Tounsadi et al., 2020).

- **Falta de planificación estratégica**

En la aplicación de la EC, la función de la planificación estratégica en el cumplimiento de los objetivos es crucial para la supervivencia (Thanh et al., 2010). La planificación estratégica de la GCS es el vínculo entre los objetivos y los requisitos de proyectos a largo plazo y requiere los esfuerzos del director para identificar aquellas prácticas necesarias para la realización de la GCS (Subramanian et al., 2020).

- **Barreras financieras**

Las limitaciones financieras son los principales obstáculos en los proyectos de EC. La preocupación por los costes es un reto importante para la recuperación del negocio (Shirvanimoghaddam et al., 2020). La inversión es crucial para mantener la infraestructura y los recursos humanos necesarios (Rossi et al., 2020). La existencia de una infraestructura adecuada proporciona a una empresa la capacidad de gestionar rápida y eficazmente los productos devueltos y/o retirados (Rizos et al., 2016). Los sistemas de información y tecnología requieren más capital, ya que sin un capital suficiente no es posible en el entorno actual hacer un seguimiento de los productos devueltos a través de diversos procesos como la reutilización, la refabricación, el reciclaje y la recuperación de productos (Bocken et al., 2016).

- **Barreras políticas**

Una de las principales barreras a la EC que se observa en la cadena de suministro de TyC es la falta de leyes y reglamentos aplicables para la circularidad práctica de fabricación. Esas leyes y esos reglamentos para la EC no se centran únicamente en el reciclaje o la gestión de residuos, sino que proporcionan una guía que las empresas deben seguir en cada etapa de la cadena de suministro (por ejemplo, diseño ecológico, seguimiento de los productos reciclables y mecanismo de recogida) (Rakib et al., 2017). Esta falta de regulación crea una falta de valoración. Incluso si las empresas son conscientes de ello, la relativa insignificancia otorgada a la EC se ha considerado la barrera más importante para su aplicación (Piribauer y Bartl, 2018). Hoy en día, muchas prendas tienen un ciclo de uso más breve como consecuencia de la ampliación “fast fashion”. Aunque los consumidores se benefician de la variedad de productos, esto aumenta los productos no vendidos, las tasas de devolución, los materiales de embalaje y los residuos (Nimkar, 2018).

- **Tendencia 3: Prácticas**

La revisión teórica ofrece un marco adecuado para comprender diversas prácticas de GCS y ha sido comúnmente

adoptado en la investigación Nayak et al. (2020), incorporando la probable disposición o importancia de su aplicación, la naturaleza y el grado de colaboración, y cómo esto, entonces, se combina para crear un GCS completamente coordinado. Hay tres competencias que determinan la capacidad de una empresa para lograr su competitividad prevista: la prevención de la contaminación, la gestión de los productos y el desarrollo sostenible. Estas tres capacidades dependen de recursos diferentes y están influenciadas por diferentes partes, lo que permite a las empresas obtener una ventaja única en la competencia comercial (Kazancoglu et al., 2020).

- **Diseño de productos**

La función de diseño es la base del GCS porque es el primer paso del diseño de una cadena de suministro, lo que permite adoptar eficazmente determinadas prácticas ecológicas. El diseño para el medio ambiente considera sistemáticamente su rendimiento asociado con los logros ecológicos a lo largo de la vida útil del producto (Lieder y Rashid, 2016). Permite a las empresas resolver problemas medioambientales (Lin et al., 2018) y mejorar los productos reciclables que sean duraderos y compatibles con el medio ambiente (Marques et al., 2019). El objetivo principal del diseño del medio ambiente es aumentar los ingresos, maximizar la cantidad de componentes reciclados y minimizar los residuos (Mathews y Tan, 2011).

- **Gestión del producto**

La importancia del diseño en la GCS se destaca en la literatura revisada. Permite prácticas clave como la reutilización y la remanufactura en la GCS, y apoya el enfoque resiliente de una empresa para la gestión de productos (Merrild et al., 2009). La noción de administración de productos integra estas reacciones relacionadas con el diseño y refleja claramente la influencia verde desde el consumo de materiales hasta la forma de los productos sin uso, con el objetivo de disminuir la carga sobre el medio ambiente (Bakker et al., 2014). Destaca la responsabilidad de la cuna del ciclo de vida de un producto y se centra en el “suministro ecológico basado en el producto” (Mäkelä et al., 2020, p. 2).

- **Prevención de la contaminación**

Esteve y De la Guardia (2017) encontraron que las empresas de TyC buscan disminuir los efectos ecológicos de los productos fabricados en su cadena de suministro. Estas empresas incorporan procedimientos ecológicamente responsables que les exigen colaborar con proveedores que puedan cumplir estos criterios y amplían con entusiasmo el uso de sus recursos y componentes para garantizar que se produzcan y mantengan la menor cantidad de residuos en la cadena de suministro. El paradigma de la economía circular asigna nuevas responsabilidades a clientes, lo que también se refleja en los resultados de nuestras negociaciones con las partes interesadas.

- **Cerrar el círculo**

La gestión logística tradicional consiste en el suministro de productos del fabricante al cliente Nayak et al. (2020),

mientras que la EC implica la devolución de productos por parte de los consumidores a las empresas. La EC ofrece el máximo aprovechamiento de los bienes usados, porque cada producto se convierte en un recurso para la producción de otra mercancía (Koch y Domina, 2009). Las mercancías, las porciones, los conjuntos y los recursos representan un valor creciente y posibilidades comerciales en una GCS Haslinger et al. (2019), y el bucle de inversión tiene como meta la disminución de materias primas en la producción posterior; de este modo, fluyen menos recursos en la cadena y se pueden alcanzar los objetivos de remanufactura y reutilización (Zhu et al., 2010). Por lo tanto, la EC es una herramienta que cierra el bucle de la cadena de suministro y permite el reciclaje, la reutilización, la refabricación y las operaciones de reparación.

Tendencia 4: Rendimiento

Hay tres aspectos del rendimiento en la GCS: el rendimiento ecológico, la responsabilidad social y el crecimiento comercial. Sin embargo, según los artículos revisados, se centran, en su mayoría, en las contribuciones económicas tras la aplicación de una EC en la industria de TyC. Esta sección resume los indicadores clave de rendimiento en cada dimensión para evaluar el rendimiento previsto de la EC.

- **Rendimiento económico**

La fiabilidad, la flexibilidad, la financiación y la calidad son cuatro aspectos comunes que se utilizan para evaluar el rendimiento económico de los aspectos de calidad del producto/servicio, producción, existencias, entrega, proveedor y cadena de suministro (Kazancoglu et al., 2020).

Mathews y Tan (2011) han hecho hincapié en el diseño, la compra de materias primas, el proceso de producción, la entrega y devolución del producto, el servicio al consumidor, el servicio de los proveedores y las predicciones fiables de ventas y las existencias. Morsetto (2020) proporcionó un análisis detallado de la flexibilidad, manteniendo cuatro sub-áreas implicadas en la evaluación de los efectos de prácticas: el proveedor, el suministro, la fabricación y la distribución trazabilidad.

Las finanzas son una expresión amplia cuyo significado se investiga a menudo. La literatura de Rossi et al. (2020) sobre los resultados económicos de la cadena de suministro puede evaluarse en términos de diseño del producto/servicio, costes de adquisición de materias primas, gastos de origen de las materias primas, gastos de fabricación del producto/servicio, gastos de envío, gastos de devolución y gastos de distribución.

- **Rendimiento medioambiental**

Es evidente que las decisiones y acciones de las empresas influyen inevitablemente en el entorno natural, independientemente del lugar donde se lleven a cabo. Chen et al. (2021) respondieron a la propuesta de circularidad de Foundation Ellen MacArthur (2013), lo que nos permitió definir indicadores relacionados con el uso de los recursos.

El porcentaje de agua reciclada es un indicador importante en la medición del rendimiento de la EC. Evalúa la influencia de una práctica en agua reciclada. El volumen de insumos reciclados se utiliza para determinar la utilización de insumos (materias primas, envoltorios, consumibles, etc.) (Tounsadi et al., 2020). La cantidad de residuos reciclables es un criterio utilizado para estimar la eficiencia de reciclaje de la producción de residuos en el ciclo de fabricación (Zhu et al., 2010). La cantidad de energía renovable consumida mide el efecto de las prácticas en la utilización de la energía renovable.

Muy pocos autores han analizado la medición de la contaminación al medio ambiente, pero han analizado la clasificación de la contaminación con el mayor detalle posible (Beccarello y Di Foggia, 2018). Las medidas de los insumos peligrosos incluyen el efecto de los insumos peligrosos, como los materiales esenciales, envoltorios y consumibles. Las estimaciones de los vertidos peligrosos pueden utilizarse para calcular el efecto de una práctica sobre los productos peligrosos como los productos acabados y los envases. Los residuos peligrosos incluyen productos químicos, basura, etc.

DISCUSIÓN

La concienciación de los clientes sobre los productos sostenibles se considera el principal impulsor, ya que tanto el sector textil como la confección pertenecen a una industria de bienes de consumo esencial. El conocimiento de la EC también aumenta la posibilidad de pasar a una eficiente GCS. Además, el creciente liderazgo y el compromiso de la alta dirección exigen a las empresas que tengan una actitud fiable hacia la GCS. El creciente número de fondos y regulaciones gubernamentales es también una fuerza motriz para que las empresas adopten la GCS, ya que tienen que seguir normas y directrices y pueden obtener ayuda financiera que necesitan del Gobierno.

Gracias a la literatura consultada se observa que los principales obstáculos para que la industria de TyC aplique una EC eran las limitaciones financieras, especialmente para las pequeñas y medianas empresas (PYMES). Se necesita un apoyo financiero importante en la implementación de la infraestructura y la formación del personal, que permiten la adopción de la EC. La aceptación de nuevos certificados sostenibles también requiere una financiación.

Una vez que la empresa entiende las prácticas y las barreras empieza a participar en la construcción de una GCS para alcanzar objetivos sostenibles. Sobre la base de la revisión de la literatura, las prácticas se dividen en dos tipos de relaciones de colaboración y ejecución dinámica de la cadena de suministro. En primer lugar, el desarrollo de relaciones de colaboración requiere conocimiento de los materiales innovadores necesarios (es decir, la nueva tecnología) que se derivan de estas asociaciones. En segundo lugar, la ejecución dinámica de la actuación de la cadena de suministro resume cómo las cadenas de suministro actúan ante estas prácticas para cumplir los objetivos financieros y ecológicos. Una de las prácticas más importantes

en la ejecución de la EC es cerrar el bucle de la cadena de suministro.

Para los responsables políticos y la práctica, una de las implicaciones de la investigación tiene que ver con la regulación y el impacto del estímulo fiscal y comercial en el desarrollo de la EC. La literatura hace hincapié en la necesidad de coordinar estas medidas para estimular, en lugar de impedir (Trajković et al., 2017). En cuanto al papel del proceso de innovación organizativa, esto significa que el marco de supervisión debe revisarse periódicamente para garantizar la coherencia incluso cuando los responsables políticos no son conscientes de la innovación en el momento de la regulación. También es importante garantizar que la normativa no impida la innovación; por ejemplo, haciendo que los usos alternativos de los residuos sean demasiado complicados debido a la gran especificidad de su tratamiento.

CONCLUSIÓN

En esta revisión se ha realizado un estudio bibliográfico de las investigaciones anteriores sobre la EC en la industria de TyC. Hace varias contribuciones a la literatura sobre el EC. En primer lugar, es de las pocas revisiones bibliográficas de la EC centrada en la industria de TyC. Las revisiones anteriores seleccionaron varias industrias manufactureras diferentes y proporcionaron análisis generales de la aplicación de la EC. Este estudio ha seleccionado una de las industrias más contaminantes que requiere más esfuerzos para ser sostenible. En segundo lugar, este trabajo establece una tendencia de estudio. Esta tendencia de estudio muestra los factores, las barreras, las prácticas y los rendimientos de medición. En la sección de prácticas de EC se incluyen dos acciones principales: prevención de la contaminación y cerrar el círculo. Estas dos acciones se integran y se promueven mutuamente para lograr un mayor nivel de rendimiento en materia de EC. Una relación sólida con los recicladores o fabricantes ayudará a crear una cadena de suministro de circuito cerrado para los materiales usados. Una GCS animará a las partes interesadas a invertir en sus propias aplicaciones sostenibles.

El documento no está exento de limitaciones. La principal limitación de esta revisión es que solo se ha utilizado una base de datos para seleccionar los artículos; los futuros estudios podrían emplear más bases de datos para encontrar artículos relevantes. Otra limitación es que, en este modelo conceptual, no exploramos los pasos de reciclaje en detalle. Los estudios futuros podrían aplicar herramientas más detalladas, por ejemplo, los elementos 6R (rediseñar, reducir, reutilizar, reciclar, refabricar, reparar) para llegar a un modelo conceptual para una EC en la industria de TyC.

Declaración sobre conflicto de interés

Con la siguiente declaración manifiesto que la ejecución del trabajo o la redacción del manuscrito no han incidido intereses o valores distintos a los que usualmente tiene la investigación; por lo tanto, el presente artículo de carácter investigativo es independiente con respecto a las instituciones financiadoras y de apoyo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bakker, C. A., Wang, F., Huisman, J. y Den Hollander, M. C. (2014). Products that go round: exploring product life extension through design. *Journal of Cleaner Production*, 69(3), 10-16.
- Balanay, R. y Halog, A. (2019). 3 - Tools for circular economy: Review and some potential applications for the Philippine textile industry. *Circular Economy in Textiles and Apparel*, 4(1), 49-75. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102630-4.00003-0>.
- Bayus, B. (1994). Are Product Life Cycles Really Getting Shorter? *Journal of Product Innovation Management*, 11(4), 300-308. [https://doi.org/10.1016/0737-6782\(94\)90085-X](https://doi.org/10.1016/0737-6782(94)90085-X).
- Beccarello, M. y Di Foggia, G. (2018). Moving towards a circular economy: economic impacts of higher material recycling targets. *Revista Materials Today Proceedings*, 5(1), 531-543 <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.115>.
- Bocken, N., De Pauw, I., Bakker, C. y Van Der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308-320 <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>.
- Buitrago, S., Duque, P. L. y Robledo, S. (2019). Branding Corporativo: una revisión bibliográfica. *Económicas CUC*, 41(1), 143-162. <https://doi.org/10.17981/econuc.41.1.2020.Org.1>.
- Chen, X., Memon, H., Wang, Y., Marriam, I. y Tebyeterwa, M. (2021). Economía circular y sostenibilidad de la industria textil y de la confección. *Materials Circular Economy*, 3(12), 1-9 <https://doi.org/10.1007/s42824-021-00026-2>.
- Clift, R. y Druckman, A. (2016) *Taking Stock of Industrial Ecology*. Springer Open. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-20571-7>.
- Dahibo, H., Aalto, K., Eskelinen, H. y Salmenpera, H. (2017). Increasing textile circulation—Consequences and requirements. *Sustainable Production and Consumption*, 9(2), 44-57 <https://doi.org/10.1016/j.spc.2016.06.005>.
- De Oliveira Neto, G. C., Ferreria Correia, J. M., Silva, P. C., De Oliveira Sanches, A. G. y Lucato, W. C. (2019). Cleaner Production in the textile industry and its relationship to sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 228(10), 1514-1525. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.334>.
- Desore, A. y Narula, S. (2018). An overview on corporate response towards sustainability issues in textile industry. *Environment, Development and Sustainability*, 20(1), 1439-1459. <https://doi.org/10.1007/s10668-017-9949-1>.

- Elliot, J. (2017). *An Introduction to Sustainable Development*. London and New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Enes, E. y Kipöz, Ş. (2020). The role of fabric usage for minimization of cut-and-sew waste within the apparel production line: Case of a summer dress. *Journal of Cleaner Production*, 248(1), 119221 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119221>.
- Esteve Turrillas, F. y De la Guardia, M. (2017). Environmental impact of Recover cotton in textile industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 116(10), 107-115. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.09.034>.
- Foundation Ellen MacArthur. (2013). Towards the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 2(6), 23-44. https://www.werktrends.nl/app/uploads/2015/06/Rapport_McKinsey-Towards_A_Circular_Economy.pdf.
- Franco, M. (2017). Circular economy at the micro level: A dynamic view of incumbents' struggles and challenges in the textile industry. *Journal of Cleaner Production*, 168(1), 833-845 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.056>.
- Gadde, L. E. y Jonsson, P. (2019). Future changes in sourcing patterns: 2025 outlook for the Swedish textile industry. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25(3), 100526. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2018.12.004>.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. y Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143(1), 757-768 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.
- Guirao, A. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene*, 9(2), 1-7. <https://dx.doi.org/10.4321/S1988-348X2015000200002>
- Guo, Z., Eriksson, M., de la Motte, H. y Adolfsson, E. (2021). Circular recycling of polyester textile waste using a sustainable catalyst. *Journal of Cleaner Production*, 283(2), 124-579. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124579>.
- Haslinger, S., Hummel, M., Anghelescu Hakala, A., Määttänen, M. y Sixta, H. (2019). Upcycling of cotton polyester blended textile waste to new man-made cellulose fibers. *Waste Management*, 97(1), 88-96 <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.07.040>.
- Hassanbeigi, A. y Price, L. (2015). A technical review of emerging technologies for energy and water efficiency and pollution reduction in the textile industry. *Journal of Cleaner Production*, 95(4), 30-44. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.079>.
- Jeon, B. K. y Phelps, N. (2018). From ugly ducklings to beautiful swans? The role of local public intermediaries in the revival of the Daegu textile industry. *Geoforum*, 90(5), 100-107. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.02.008>.
- Kazancoglu, I., Kazancoglu, Y., Yarimoglu, E. y Kaharaman, A. (2020). A conceptual framework for barriers of circular supply chains for sustainability in the textile industry. *Sustainable Development*, 28(5), 1477-1492 <https://doi.org/10.1002/sd.2100>.
- Koch, K. y Domina, T. (2009). Consumer Textile Recycling as a Means of Solid Waste Reduction. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 28(1), 3-17. <https://doi.org/10.1177/1077727X99281001>.
- Lieder, M. y Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115(1), 36-51. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>.
- Lin, B., Chen, Y. y Zhang, G. (2018). Impact of technological progress on China's textile industry and future energy saving potential forecast. *Energy*, 161(15), 859-869. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.07.178>.
- Mäkelä, M., Rissanen, M. y Sixta, H. (2020). Machine vision estimates the polyester content in recyclable waste textiles. *Resources, Conservation and Recycling*, 161(12), 10-57. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105007>.
- Marques, A. D., Moreira, B., Cunha, J. y Moreira, S. (2019). From waste to fashion – a fashion upcycling contest. *Procedia CIRP*, 84(1), 1063-1068. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.217>.
- Mathews, J. y Tan, H. (2011). Progress Toward a Circular Economy in China. *Journal of Industrial Ecology*, 15(3), 435-457. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00332.x>.
- Merrild, H., Damgaard, A. y Christensen, T. (2009). Recycling of paper: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. *Waste Management & Research*, 27(8), 746-753. <https://doi.org/10.1177/0734242X09348530>.
- Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 153(2), 104-553. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>.
- Nayak, R., Houshyar, S., Patnaik, A., Nguyen, L., Shanks, R., Padhye, R. y Fegusson, M. (2020). Sustainable reuse of fashion waste as flame-retardant mattress filling with ecofriendly chemicals. *Journal of Cleaner Production*, 251(1), 119620. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119620>.
- Nimkar, U. (2018). Sustainable chemistry: A solution to the textile industry in a developing world. *Current Opinion in Green and Sustainable Chem-*

- istry, 9(2), 13-17. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2017.11.002>.
- Organización de las Naciones Unidas - ONU. (2019). *La industria textil y de la confección (TyC en adelante)*. <https://news.un.org/es/story/2019/04/1454161>.
- Piribauer, B. y Bartl, A. (2018). Textile recycling processes, state of the art and current developments: A mini review. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 37(2), 112-119. <https://doi.org/10.1177/0734242X18819277>.
- Rakib, M. I., Saidur, R., Mohamad, E. N. y Muhammad, A. (2017). Waste-heat utilization – The sustainable technologies to minimize energy consumption in Bangladesh textile sector. *Journal of Cleaner Production*, 142(4), 1867-1876. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.098>.
- Rizos, V., Behrens, A., Hofman, E., Kafyeke, T., Ioannou, A., Van der Gaast, W. y Topi, C. (2016). Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers. *Sustainability*, 8(11), 1212. <https://doi.org/10.3390/su8111212>.
- Rossi, E., Bertassini, A. C., Dos Santos Ferreria, C., Nevedo Amaral, W. A. y Ometto, A. R. (2020). Circular economy indicators for organizations considering sustainability and business models: Plastic, textile and electro-electronic cases. *Journal of Cleaner Production*, 247(4), 119-137.
- Shirvanimoghaddam, K., Motamed, B., Ramakrishna, S. y Naebe, M. (2020). Death by waste: Fashion and textile circular economy case. *Science of The Total Environment*, 718(5), 137-317. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137317>.
- Subramanian, K., Chopra, S., Cakin, E., Li, X. y Ki Lin, C. S. (2020). Environmental life cycle assessment of textile bio-recycling – valorizing cotton-polyester textile waste to pet fiber and glucose syrup. *Resources, Conservation and Recycling*, 161(2), 104-989. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104989>.
- Thanh, N. P., Matsui, Y. y Fujiwara, T. (2010). Household solid waste generation and characteristic in a Mekong Delta city, Vietnam. *Journal of Environmental Management*, 91(11), 2307-2321. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.06.016>.
- Tounsadi, H., Metarfi, Y., Taleb, M., El Rhazi, K. y Rais, Z. (2020). Impact of chemical substances used in textile industry on the employee's health: Epidemiological study. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 197(1), 110-594. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110594>.
- Trajković, D., Jordeva, S., Tomovska, E. y Zafirova, K. (2017). Polyester apparel cutting waste as insulation material. *The Journal of The Textile Institute*, 108(7), 1238-1245. <https://doi.org/10.1080/00405000.2016.1237335>.
- Vajnhandi, S. y Valh, J. V. (2014). The status of water reuse in European textile sector. *Journal of Environmental Management*, 141(2), 29-35. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.03.014>.
- Valencia Hernández, D. S., Robledo, S., Pinilla, R., Duque Méndez, D. N. y Olivar Tost, G. (2020). SAP Algorithm for Citation Analysis: An improvement to Tree of Science. *Ingeniería e Investigación*, 40(1), 45-49. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v40n1.77718>.
- Wilkinson, A., Hill, M. y Gollan, P. (2001). The sustainability debate. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(12), 1492-1502. <https://doi.org/10.1108/01443570110410865>.
- Williams, P. y Reed, A. (2004). High grade activated carbon matting derived from the chemical activation and pyrolysis of natural fibre textile waste. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 71(2), 971-986. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2003.12.007>.
- Yousef, S., Tatariants, M., Tichonovas, M., Kliucininkas, L., Lukosiute, S. I. y Yan, L. (2020). Sustainable green technology for recovery of cotton fibers and polyester from textile waste. *Journal of Cleaner Production*, 254, 120078. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120078>.
- Yu, X., Wang, S. y Zhang, J. (2018). Preparation of high adsorption performance activated carbon by pyrolysis of waste polyester fabric. *Journal of Materials Science*, 53(6), 5458-5466. <https://doi.org/10.1007/s10853-017-1928-2>.
- Zamani, B., Svanström, M., Peters, G. y Rydberg, T. (2014). A Carbon Footprint of Textile Recycling: A Case Study in Sweden. *Journal of Industrial Ecology*, 19(4), 676-687. <https://doi.org/10.1111/jiec.12208>.
- Zhu, Q., Geng, Y. y Lai, K. H. (2010). Circular economy practices among Chinese manufacturers varying in environmental-oriented supply chain cooperation and the performance implications. *Journal of Environmental Management*, 91(6), 1324-1331. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.02.013>.
- Zuluaga Mazo, A., Cano Arenas, J. A. y Montoya Peláez, M. (2018). Gestión logística en el sector textil-confección en Colombia: retos y oportunidades de mejora para la competitividad. *Clío América*, 12(23), 98-108. <https://doi.org/10.21676/23897848.2621>