



Tesis presentada en opción al título de  
Ingeniero Industrial

Título: Revisión sistemática de la  
literatura sobre Economía Circular en la  
Cadena de Suministros.

Autor: Michel Francisco Díaz Méndez

Tutora: MSc. Ing. Julieta Vereá Oviedo

Cienfuegos. 2023

## **Resumen**

La circularidad en las cadenas de suministro ha venido ganando relevancia en la actualidad, especialmente debido a la creciente preocupación por la sostenibilidad y el impacto ambiental. Todo ello representa un cambio hacia un enfoque más holístico y sostenible en la gestión de los recursos, promoviendo la reducción del impacto ambiental y la generación de valor a largo plazo. En este sentido, la presente investigación propone realizar un estudio, mediante una revisión sistemática de la literatura desarrollada a través del procedimiento propuesto por Lacerda y von Wangenheim (2018), sobre el comportamiento de los principales elementos característicos de la economía circular en las cadenas de suministro en las publicaciones recolectadas de los últimos 10 años. El estudio comprende el análisis de 178 referencias (artículos de revistas especializadas), seleccionadas desde la base de datos multidisciplinaria "Web of Science", donde se identifica un grupo de elementos característicos del material procesado, dígase: las principales áreas de aplicación, los autores de mayor actividad y aporte, el tipo de metodología que predomina; además, queda en evidencia que no son muy utilizadas las herramientas matemáticas dentro del tema en cuestión.

## **Abstract**

Circularity in supply chains has been gaining relevance today, especially due to the growing concern about sustainability and environmental impact. All of this represents a change towards a more holistic and sustainable approach in resource management, promoting the reduction of environmental impact and the generation of long-term value. In this sense, this research proposes to carry out a study, through a systematic review of the literature developed through the procedure proposed by Lacerda and von Wangenheim (2018), on the behavior of the main characteristic elements of the circular economy in supply chains in the publications collected from the last 10 years. The study includes the analysis of 178 references (articles from specialized journals), selected from the multidisciplinary database "Web of Science", where a group of characteristic elements of the processed material is identified, namely: the main areas of application, the authors with greater activity and contribution, the type of methodology that predominates; Furthermore, it is evident that mathematical tools are not widely used within the topic in question.

## Índice

Introducción.....	1
Capítulo I: Marco teórico referencial. ....	4
.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.1 Evolución histórica de la Economía Circular .....	4
1.2 Concepto de economía circular .....	7
1.3 Modelos de Economía circular.....	8
1.4 Generalidades sobre las revisiones sistémicas de la literatura .....	12
1.4.1 Herramientas para realizar revisiones sistemáticas de la literatura.....	15
1.4.2 Tipos de revisiones de la literatura.....	16
1.5 Conclusiones parciales.....	22
Capítulo 2. Revisión sistemática de la literatura sobre circularidad en las cadenas de suministro .....	23
2.1 Caracterización del procedimiento de revisión sistemática de la literatura sobre circularidad en las cadenas de suministro. ....	23
2.2 Aplicación del procedimiento de revisión sistemática de la literatura sobre estudios de circularidad en la cadena de suministros.....	26
2.2.1 Fase 1. Definición de la revisión sistemática de la literatura sobre la circularidad en las cadenas de suministro.....	26
2.2.2 Fase 2. Ejecución de la búsqueda .....	28
2.2.3 Fase 3. Análisis de los datos .....	35
Conclusiones .....	41
Recomendaciones .....	42
Bibliografía.....	43
Anexos .....	47

## Introducción

Dos de los principales problemas que afectan el medio ambiente y limitan las posibilidades de un desarrollo sostenible tienen que ver con la creciente demanda de recursos naturales destinados a mantener el estilo de vida actual de la población mundial y con la capacidad del planeta para asimilar los desechos que esta demanda genera. Hay que considerar, además, que la población sigue aumentando y podría llegar a 9.600 millones de personas en 2050 (De Miguel et al., 2021). El calentamiento global e incluso el origen de la actual pandemia de COVID-19 son manifestaciones de que el sendero actual de desarrollo ha llegado a un punto que ha puesto en riesgo la sobrevivencia del sistema ecológico que lo sustenta, lo que coloca a los actuales patrones de producción y consumo en el centro de los cuestionamientos.

La aplicación en Cuba de los principios de la economía circular a través del fomento de capacidades y uso de fuentes renovables de energía en los sistemas productivos y en las comunidades rurales, así como en el manejo y tratamiento de residuales para la protección del medioambiente y la producción de energía, fueron abordados durante la 8<sup>va</sup> sesión de videoconferencias entre expertos de la FAO y Cuba.

Se proyecta iniciar en el país un diagnóstico de potenciales de reutilización de residuos que contribuyen con la economía circular, con enfoques de sustitución y ahorro de energía que promueven instituciones y universidades que trabajan la temática. Con la investigación se pretenden identificar los potenciales reales y otros posibles residuos que permitan alcanzar y lograr la economía circular.

Preciado-Ramírez et al. (2023) destaca mediante el estudio de diversas fuentes y datos relevantes, como se evidencia la importancia de la transformación hacia una economía circular en diversos sectores. Ejemplo de esto es la publicación de (Espinosa Rodríguez & Fernandez Capote, 2023) quien caracteriza prácticas de reutilización y revalorización de tecnología y producción no conforme, desde un proyecto de economía circular, para la sostenibilidad de la gestión en la UEB “Fábrica de Cepillos” de la Empresa “CEPIL” en Ciego de Ávila.

En los últimos años se ha ido incrementando la producción de artículos científicos referentes al tema de la economía circular, debido a lo atractivo que resulta la aplicación de este modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. En los últimos tiempos se ha hablado con mayor fuerza en Cuba de este concepto, bastante novedoso para muchas personas, por tanto, se hace necesario, realizar una investigación, que ayude a profundizar en las principales

características, ventajas y desventajas, así como en la diferencia que existe entre dichos modelos y sus distintas áreas de aplicación. Lo anterior constituye, a grandes rasgos, la **situación problemática** que motiva la presente tesis.

En la literatura consultada abarca un muy amplio abanico de usos y aplicaciones del modelo de economía circular, derivando esto en el **problema de investigación** de la presente tesis: ¿Cuáles son las principales características y aplicaciones de la economía circular dentro de las CS en los últimos cinco años? Con el propósito de dar respuesta a dicho problema de investigación, se define como **objetivo general**: realizar una revisión de la literatura científica de los últimos cinco años, mediante un estudio bibliométrico, sobre las principales y más recientes áreas de interés en la aplicación de este modelo. Para alcanzar el objetivo general antes expuesto se proponen los **objetivos específicos** siguientes:

1. Seleccionar el procedimiento a utilizar para realizar la revisión de la literatura científica, a partir del estudio bibliométrico, identificado en el Marco Teórico-Referencial de la investigación.
2. Realizar un estudio bibliométrico de los últimos cinco años de las publicaciones que aborden la economía circular dentro de las cadenas de suministro.

El presente Trabajo de diploma está compuesto por dos capítulos. En el primer capítulo se resumen los hallazgos principales de la construcción del Marco Teórico-Referencial, incluyendo los aspectos más relevantes acerca de la economía circular dentro de las cadenas de suministro; y en el segundo, se le da solución al problema científico planteado. Además, se incluye un grupo de conclusiones y recomendaciones que resaltan los resultados principales obtenidos en la investigación, así como aquellos aspectos que el autor considera deben ser extendidos como parte de la continuidad científica de la investigación. Finalmente se expone la bibliografía consultada y un grupo de anexos de necesaria inclusión para fundamentar, destacar y facilitar la comprensión de los aspectos de mayor complejidad tratados en el cuerpo del documento

#### Justificación de la investigación

La implementación de estrategias circulares en la cadena de suministro puede generar una serie de beneficios en diferentes ámbitos:

1. Beneficios económicos:

La adopción de prácticas circulares puede generar ahorros significativos en términos de eficiencia en el uso de recursos, reducción de costos de producción, optimización de inventarios y disminución de desperdicios. Además, la

circularidad puede abrir nuevas oportunidades de negocio, como la creación de productos reciclados o la oferta de servicios basados en la economía compartida.

#### 2. Beneficios ambientales:

La implementación de estrategias circulares contribuye a la conservación de recursos naturales al reducir la dependencia de materias primas vírgenes. Además, promueve la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la minimización de residuos y la prevención de la contaminación. Esto ayuda a mitigar el impacto ambiental de la cadena de suministro y contribuye a la transición hacia una economía más sostenible.

#### 3. Beneficios sociales:

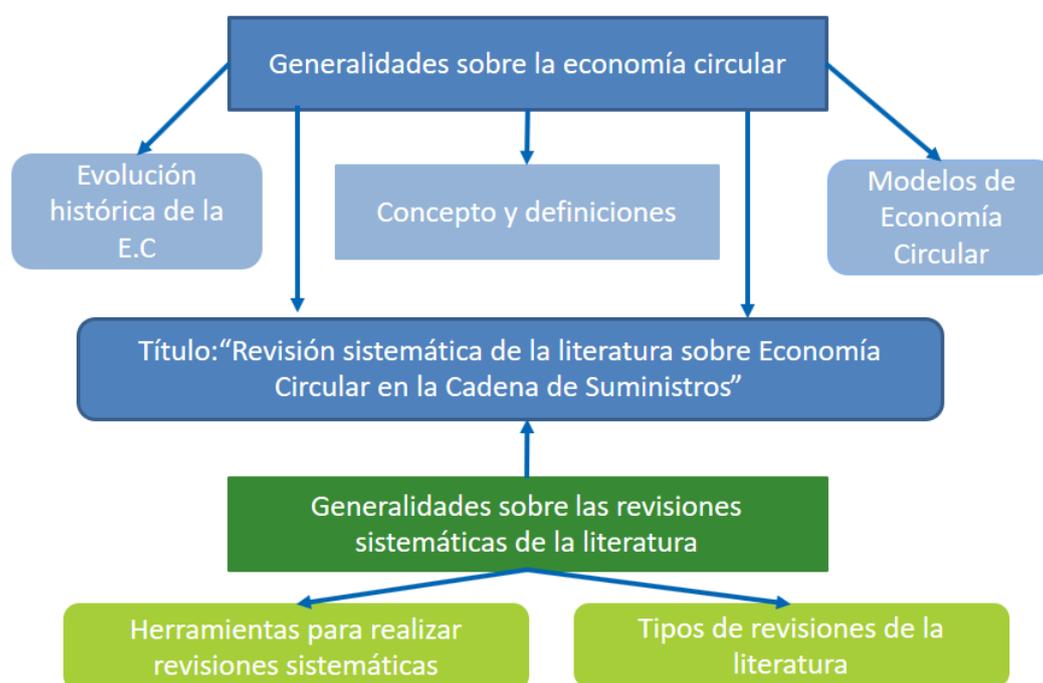
La economía circular en la cadena de suministro puede tener impactos positivos en la sociedad. Por un lado, fomenta la creación de empleo en sectores relacionados con la gestión de residuos, la reparación y el reciclaje. Además, la implementación de prácticas circulares puede mejorar la calidad de vida de las comunidades al reducir la contaminación y los impactos negativos en la salud. También puede promover la inclusión social al impulsar la colaboración y la participación de diferentes actores en la cadena de suministro, como los pequeños productores y los recicladores informales.

#### 4. Beneficio en la resiliencia y seguridad en el suministro:

La economía circular fomenta la diversificación y la localización de las fuentes de suministro. Esto contribuye a reducir la dependencia de unas pocas fuentes y ayuda a la resiliencia de la cadena de suministro ante posibles interrupciones, como desastres naturales o conflictos geopolíticos. Además, al reciclar y reutilizar productos, se disminuye la necesidad de importaciones de materias primas.

## Capítulo 1: Marco teórico referencial.

El presente capítulo se muestra como resultado del análisis de distintas fuentes bibliográficas con la finalidad de ordenar y profundizar en los aspectos conceptuales y conocer los diferentes criterios y valoraciones acerca del contenido de la investigación, ahondando fundamentalmente en todo lo referente a la economía circular y los estudios bibliométricos. Dirigido a facilitar la elaboración y comprensión de la presente investigación; la figura 1.1 muestra la secuencia seguida para la elaboración del Marco Teórico Referencial del presente capítulo.



**Figura 1.1:** Hilo conductor del Marco Teórico Referencial.

### 1.1 Evolución histórica de la Economía Circular

Lamentablemente no existe una fecha exacta del origen ni del precursor que puso en marcha a la economía circular. Las primeras ideas de economía circular surgen hace más de 50 años con el estudio de los flujos de materiales por los sistemas económicos (Elkins, 2019) tal como se citaron por Van Hoof et al., 2022. El estudio de los flujos de materiales unidos a las condiciones económicas y sociales para su transformación, forman la base de la ecología industrial. Esta última ha tenido un avance significativo desde entonces, sin embargo, en la práctica, su diseminación ha sido limitada.

Basándose en los principios de la Ecología Industrial, Walter R. Stahel, a partir de su trabajo "*The Potential for Sustituting Manpower for Energy*" (1976), impulsa el concepto

de economía del rendimiento, en la que se describe una economía en la que predominan los procesos en bucle o procesos en ciclo cerrado, la que luego se denominará economía circular (Espinosa Rodriguez & Fernandez Capote, 2023).

Hacia 1976, surgió el concepto de economía circuito o lazo (de las palabras en inglés *looped economy*) (Stahel y Reday, 1976, citado en Geissdoerfer et al., 2017), la cual implica estrategias industriales para la prevención del desperdicio, la creación de trabajo regional, la eficiencia de los recursos, y la desmaterialización de la economía industrial. Detrás del concepto de economía circuito se encuentra la idea de la 'simbiosis industrial' (Stahel y Reday, 1976, citado en Geissdoerfer et al., 2017), la cual representa forma en que los materiales se pueden mover desde la producción hasta el consumo, y luego el desecho; y entonces se convierten en recursos para nuevos procesos, apoyando a la producción nuevamente.

Pearce y Turner (1990) en su obra *Economics of Natural Resources and the Environment* aportan por primera vez un acercamiento a la idea de la economía circular. Ellos argumentan que la diferencia esencial entre los sistemas económicos y los naturales es que los sistemas naturales tienden a reciclar sus residuos. Ellos usan la primera ley de la termodinámica para indicar que no se puede crear ni destruir energía y materia. Sea lo que sea que se utilice en la forma de recursos, debe terminar en alguna parte del sistema ambiental. Por tanto, ellos insisten en que el planeta Tierra en sí mismo es un sistema cerrado, que se caracteriza por relaciones circulares. Cada elemento es un insumo en algo más. A pesar de esto, no todo residuo es reciclable. Aquí es donde Pearce y Turner se apoyan en la segunda ley de la termodinámica para entender mejor el sistema circular.

La segunda ley de la termodinámica utiliza el concepto de la entropía como una medida de la energía que ya no se puede transformar en trabajo. Según Riechmann (2010), los recursos naturales con baja entropía son los que poseen un alto grado de orden y disponibilidad, tales como los depósitos naturales de carbón y acero, los cuales se han ido agotando rápidamente. Por tanto, la prioridad de la humanidad debería de ser la disminución de la entropía hasta donde sea posible. Según Pearce y Turner (1990), mientras no se desechen cantidades y calidades que no sean conmensurables con la habilidad asimilativa del ambiente, entonces el sistema económico circular no funcionará como un sistema natural asimilando los residuos, y los devolverá al sistema económico; de esta forma entrará en un estado estacionario de forma planificada.

En el año 2002 aparece el trabajo de William McDonough y Michael Braungart, "De la cuna a la cuna", *Cradle to Cradle: Remaking the way we make things* (OEA, 2016), en

el que se afirma que "todo es recurso para otra cosa". El modelo hace una distinción entre ciclos técnicos y biológicos; el consumo ocurre solamente en los ciclos biológicos, donde alimentos y otros materiales de base biológica son diseñados para regresar al sistema mediante procesos de compostaje y digestión anaerobia. Por otro lado, los ciclos técnicos recuperan y restauran productos componentes y materiales mediante estrategias de reutilización, reparación, remanufactura o, en última instancia, reciclaje (Espinosa Rodriguez & Fernandez Capote, 2023).

Otras importantes contribuciones, que han permitido el refinamiento y avance de la economía circular hasta nuestros días, provienen de la aplicación de leyes de la termodinámica, impulsada por los economistas Kenneth E. Boulding y Nicholas Georgescu-Roegen, quien introduce el concepto de entropía al análisis de las interacciones entre la economía industrial y el ambiente en la década de los setenta (Espinosa Rodriguez & Fernandez Capote, 2023).

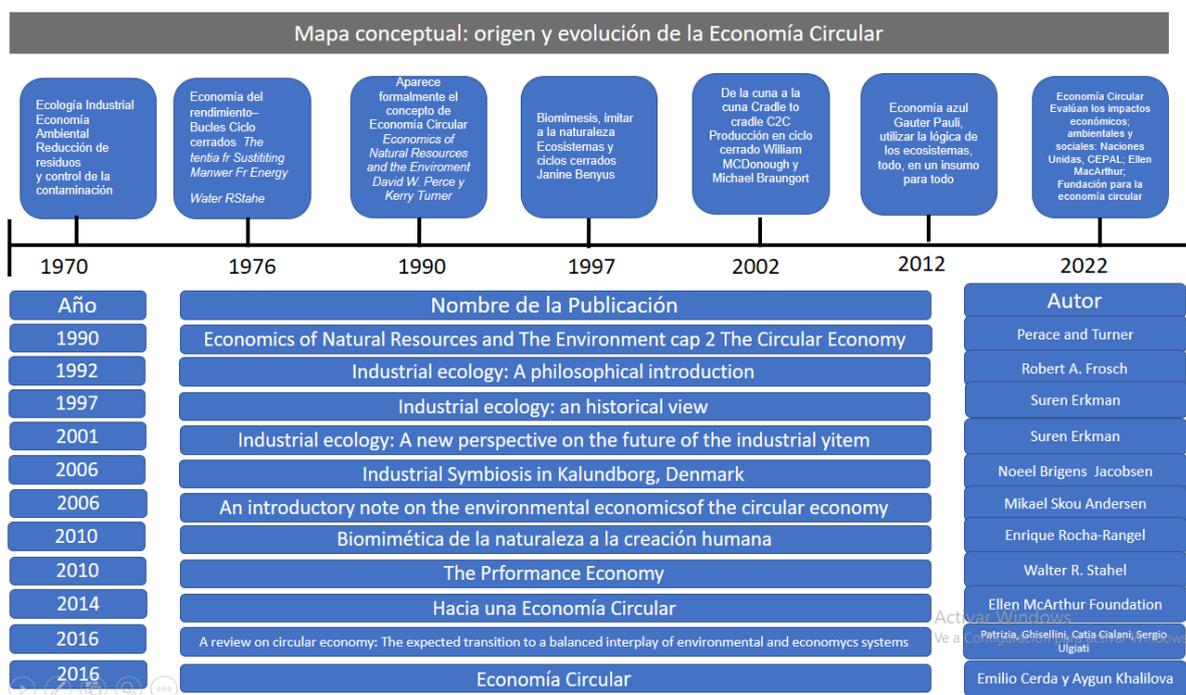
En las tres últimas décadas -(1990-2020)- se destacan los aportes de la Biomímesis, la Economía Azul, el enfoque de la Cuna a la Cuna (Cradle to Cradle), y el concepto de "Doughnut economics". Este último concepto fue elaborado por Kate Raworth en el año 2012, en el informe de Oxfam (Doughnut Economics Action Lab, 2023) (Espinosa Rodriguez & Fernandez Capote, 2023).

En la última década, ha adquirido gran interés por parte de los gobiernos, asociaciones empresariales y la academia, como estrategia para alcanzar las metas de propuestas en los ODS (Ritzén S, Sandström GÖ, 2016). Particularmente en ALyC la EC está incluida en la agenda de políticas nacionales y forma parte de las estrategias empresariales y de la recuperación de la economía luego de la crisis por el Covid19 (De Miguel et al., 2021).

A pesar del interés mundial en este modelo, aún no existe una interpretación unificada del concepto por parte de la academia ni de la política pública (Kirchherr y otros, 2017). La revisión de la literatura muestra que algunos programas, políticas e investigaciones, asemejan el concepto con solo el aprovechamiento y reciclaje de residuos. Otras, enfatizan principalmente la prosperidad económica como resultado y destacan los beneficios ambientales y sociales (Korhonen, 2018). Una publicación académica de la Universidad de Utrecht en Holanda identifica 114 diferentes definiciones de economía circular utilizadas en diversas publicaciones desde la primera aparición en la literatura en 1990 (Kirchherr y otros, 2017). Las definiciones encontradas difieren en cuanto a la forma de interpretación, y objetivos de la EC, sus mecanismos y líneas de acción.

El 2021, la economía circular buscó plantear un nuevo enfoque que propicia estimular el crecimiento económico y generar empleo, pero sin comprometer al medio ambiente. Así fue como dicha técnica se fue posicionando como una piedra angular para una recuperación económica y con bajas emisiones de carbono.

La metodología de la Cuna a la Cuna fue impulsada formalmente como plan piloto en el año 2013 por la Organización de Estados Americanos (OEA) y fue desarrollado inicialmente en Ecuador, Panamá, Colombia y Trinidad y Tobago, como modelo para los demás países de la región.



**Figura 1.2:** Origen y evolución del concepto de Economía Circular.(Espinoza, 2023)

### 1.2 Concepto de economía circular

El concepto de economía circular se encuentra en auge en los últimos tiempos, ha cobrado gran impulso tanto entre académicos como entre profesionales. Esto se indica por (Geissdoerfer et al., 2017) donde denuncia el rápido crecimiento de artículos revisados por pares sobre EC: se publicaron más de 100 artículos sobre el tema en 2016, en comparación con solo 30 en 2014.

El término EC ha ganado reconocimiento y está siendo cada vez más adoptado en todo el mundo como una estrategia clave para abordar los desafíos ambientales y promover la sostenibilidad. Es considerado como una puesta en práctica para que las empresas implementen el tan discutido concepto de desarrollo sostenible (Ghisellini et al., 2016). Es muy frecuente la mención de sostenibilidad ligado a la EC, es visto como un principio rector para el desarrollo, abarcando tres objetivos que deben lograrse simultáneamente:

calidad ambiental, prosperidad económica y equidad social. (Citar Fulton SC,2012 / Taylor, 2016/ Elkington, 1997/ WECD,1987)

Según Kirchherr et al., 2023 en su estudio “Conceptualización de la Economía Circular (revisada): un análisis de 221 definiciones”, los niveles de operabilidad de la economía circular evolucionan atendiendo a lo siguiente:

- La perspectiva micro, centrada en los cambios a nivel de producto, las empresas y los consumidores, fue mencionada por alrededor de menos de un 25%.
- La perspectiva meso, se refiere en gran medida al establecimiento y mantenimiento de parques ecoindustriales, se presentó con menos del 10% de frecuencia.
- La perspectiva macro, se triplican las intervenciones.

Esto puede indicar una tendencia emergente en la que la EC se considera un sistema complejo que requiere cambios fundamentales a nivel macro.

Kirchherr et al., 2023 refiere que en su investigación precedente (Kirchherr et al., 2023) que solo encuentra tres referencias al término “cadenas de suministro”. Mientras que en esta nueva revisión ya aparecen en alrededor del 12% de definiciones en el estudio. No obstante, la reconfiguración significativa de las cadenas de suministro es un tema que aparece solo en una de cada diez definiciones, y sigue siendo una configuración menor en general.

“La economía circular es un sistema económico regenerativo que requiere un cambio de paradigma para reemplazar el concepto de "fin de la vida" con la reducción, la reutilización alternativa, el reciclado y la recuperación de materiales a lo largo de la cadena de suministro, con el objetivo de promover el mantenimiento del valor y el desarrollo sostenible, creando la calidad ambiental, el desarrollo económico y la equidad social, en beneficio de las generaciones actuales y futuras. Esto es posible debido a una alianza entre las partes interesadas (industria, consumidores, formuladores de políticas, academia) y sus capacidades e innovaciones tecnológicas.” (Kirchherr et al., 2023)

Para los efectos de esta investigación es compartido además por el autor de la presente investigación a partir del caso de estudio que trabaja.

### **1.3 Modelos de Economía circular**

Las definiciones son el punto de partida para señalar un camino hacia la EC. Contar con una estructura de organización de la información que permita ordenar y clasificar elementos que contribuyen a esta circularidad también da certidumbre a los actores

económicos. Las taxonomías están conformadas por una serie de categorías y subcategorías que permiten unir elementos que comparten alguna característica o lenguaje en común. Las taxonomías de sostenibilidad y de EC responden a una necesidad de mayor certeza, pueden mejorar la calidad del mercado, brindar confianza y seguridad a los inversionistas y facilitar la medición y el seguimiento de los flujos financieros sostenibles (OCDE, 2020) tal como se citaron por (Van Hoof et al., 2022).

También incluyen filtros, innovación en regulación, cooperación, incentivos, sistemas de información, capacitación e investigación, estándares, reciclaje re-manufacturado, reúso, reparación, compartir simbiosis industrial, diseño a partir de materiales renovables, extracción, procesamiento, diseño manufacturero, distribución, uso, fin de vida de selección, criterios de elegibilidad, requisitos de cumplimiento y evaluación de avances en la implementación.

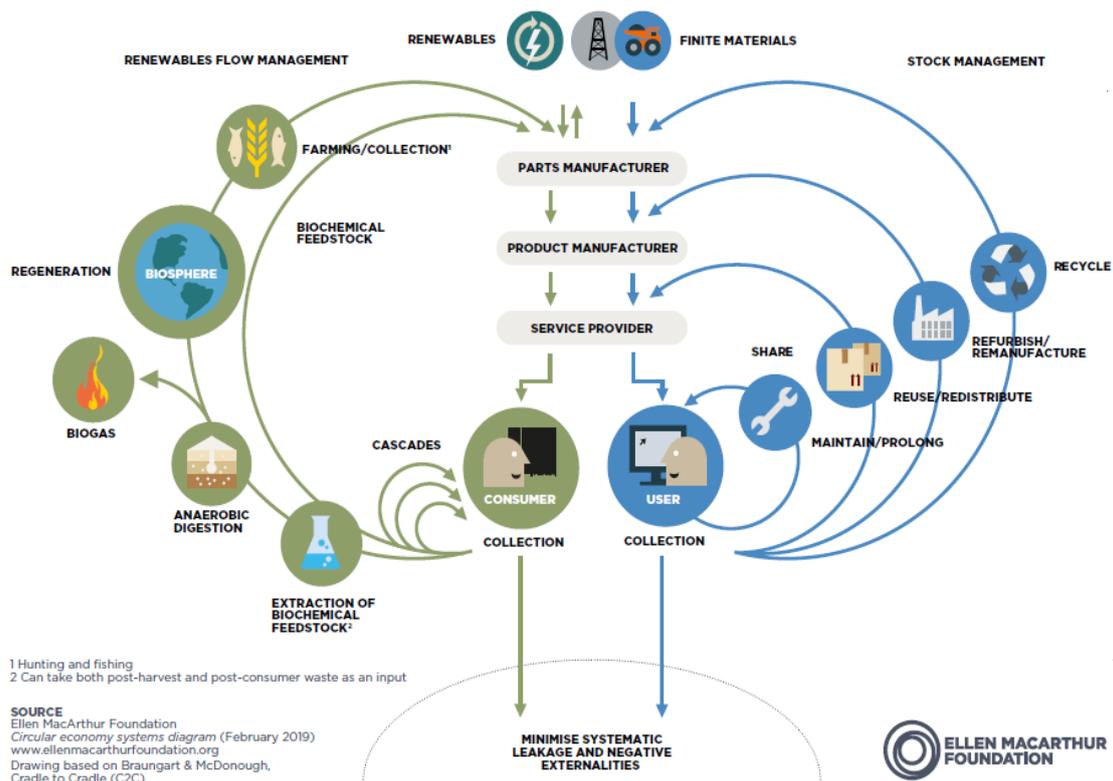
En el caso de una taxonomía para la economía circular, la primera propuesta, utilizada por el gobierno holandés, establece una clasificación de la innovación en EC desde tres categorías y nueve subcategorías de R's (Potting y otros, 2017) tal como se citaron por (Van Hoof et al., 2022). La primera, distingue entre el uso inteligente de productos y de la manufactura a partir del repensar, rechazar, y reducir el uso de recursos. La segunda, incluye la extensión de la vida útil a partir del reúso, la reparación, la re-manufactura, restauración, y el re-propósito. Por último, la tercera incluye la aplicación de materiales desechados por medio del reciclaje y el reaprovechamiento. La Comunidad Europea también utiliza la misma taxonomía, como herramienta para mejorar el acceso al financiamiento de proyectos de economía circular (Hirsch y Schemp, 2020) tal como se citaron por (Van Hoof et al., 2022).

Al respecto de este tema, el diagrama del sistema de EC conocido como diagrama de mariposa de la Ellen MacArthur Foundation (2019), aprecia dos ciclos principales: el ciclo técnico y el ciclo biológico. En el ciclo técnico, los productos y materiales se mantienen en circulación a través de procesos como la reutilización, reparación, remanufactura y reciclaje. En el ciclo biológico, los nutrientes de los materiales biodegradables se devuelven a la tierra para regenerar la naturaleza según Figura 1.3. Este último ciclo coincide plenamente con la tercera categoría utilizada por el gobierno holandés y la comunidad europea.

La guía para el financiamiento de iniciativas de economía circular del consorcio de bancos holandeses, ABN AMRO, ING y Rabobank, propone una taxonomía complementaria (Finance Working Group, 2018) tal como se citaron por (Van Hoof, 2022). Los modelos tienen el propósito de unificar criterios para el financiamiento de

empresas y proyectos nuevos y/o existentes. Los modelos incluyen: (i) suministros circulares, (ii) diseño circular, (iii) modelo de negocio de compartir recursos, (iv) extensión de la vida útil, (v) producto como servicio, (vi) recuperación de materiales/recursos, y (vii) facilitadores circulares. Adicionalmente, la guía del Finance Working Group (2018) orienta la evaluación de proyectos por medio de metodologías de análisis de ciclo de vida, criterios socioambientales y de gobernanza (ASG), y declaraciones para promover los derechos humanos.

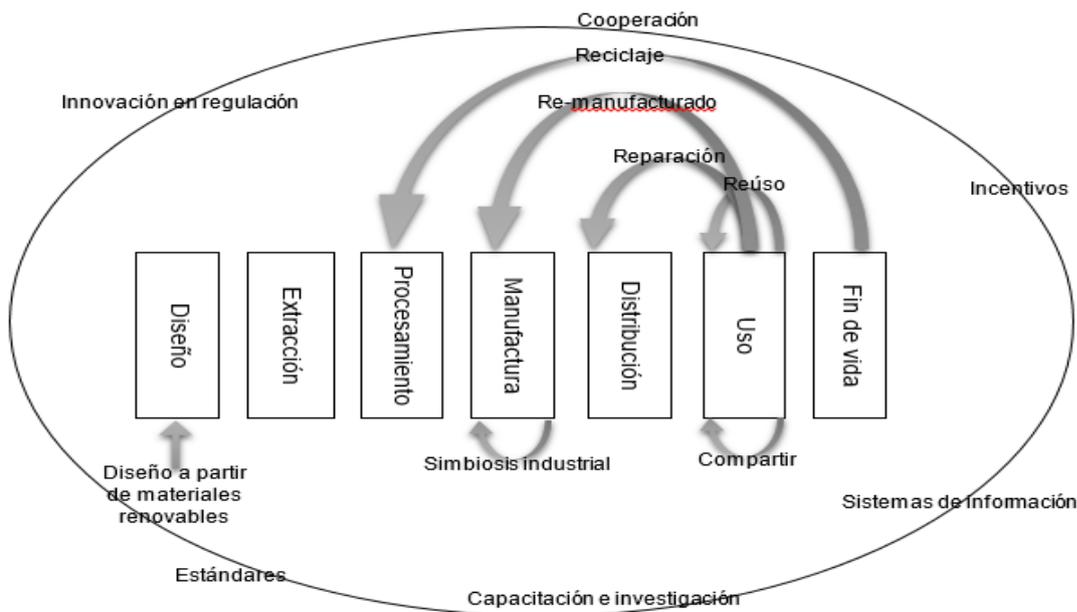
Por su parte, la propuesta de la OCDE (2019), destaca la representación de la economía circular a partir de la cadena de valor o considerando las diversas etapas desde la extracción de materia prima, procesamiento, transformación, uso y disposición final. Además, conecta la circularidad con nuevos flujos económicos a partir de la cadena de valor como son los negocios de nuevos servicios, negocios de productos y materiales de segunda mano, negocios de reparación, negocios en la gestión de residuos y negocios en materiales secundarios (Yamaguchi, 2018).



**Figura 1.3:** Diagrama del sistema de economía circular o de la mariposa. Fuente: Tomado de (Fundación Ellen MacArthur, 2019)

En la Figura 1.3, se enfatiza la cadena de valor. El modelo de EC a partir de la cadena de valor presenta modelos de innovación para mejorar el uso eficiente de recursos a partir de diversos modelos como el reciclaje, el reúso, el rediseño y modelos de

simbiosis entre dos o más empresas como el de compartir infraestructura o el intercambio de subproductos. Las flechas entre los diferentes eslabones de la cadena en el diagrama buscan el poder del círculo interno para maximizar el valor que se mantiene en cada producto/material. Adicionalmente, el diagrama identifica mecanismos e instrumentos del entorno como la innovación en regulación, incentivos, y mecanismos de capacitación e investigación, también mecanismos de cooperación y sistemas de información, los cuales facilitan las transiciones hacia la economía circular.



**Figura 1.4:** Modelo de economía circular. Fuente: Tomado de Van Hoof, Núñez y De Miguel, 2022

Se puede concluir que la EC es un modelo de transformación productiva que busca el uso eficiente de los recursos a partir de modelos de negocio (Ellen MacArthur, 2020) tal como se citaron por (Van Hoof et al., 2022). Los modelos de innovación abarcan la recuperación de materiales, reúso, extensión de vida útil, prevención de la extracción de materiales vírgenes a través del uso de plataformas y el reemplazo de productos por servicios, y el uso de materiales provenientes de fuentes renovables (OCDE, 2019). Aunque los modelos de innovación son complementarios, estos siguen una jerarquía en cuanto a su contribución en el uso eficiente de los recursos. Por ejemplo, a partir del “up-cycling” se pueden transformar residuos en objetos de valor, reimaginando usos de productos y materiales existentes convirtiéndolos en algo nuevo (Ewijk & Stegemann, 2016).

#### **1.4 Generalidades sobre las revisiones sistémicas de la literatura**

Las revisiones sistemáticas de la literatura (SLR, por sus siglas en inglés) surgen en el ámbito de la salud (Berra, 2020; Codina, 2018; García Peñalvo, 2017; Petersen et al., 2008). Se conoce que la realización de una revisión sistémica constituye la tarea inicial de un proceso investigativo (Moher et al., 2015), que permite obtener conocimiento científico mediante información relevante de estudios o experimentos realizados que contengan la información necesaria sobre una pregunta de investigación y tema específico (Grijalva et al., 2019). Cabe destacar que las SLR no están restringidas al campo de la salud. Hay muchos investigadores y organizaciones involucrados en su creación en otros campos del conocimiento Campbell Collaboration es una iniciativa hermana de la Cochrane Collaboration que se ocupa de SLR en ciencias sociales (Petticrew & Roberts, 2008). En ingeniería del software existe una comunidad fuerte que trabaja con SLR e intenta estandarizarlas y difundir sus técnicas y resultados en el área de conocimiento (Kitchenham, B. y Charters, 2007; Kitchenham et al., 2009) referenciado en (García Peñalvo, 2017); por su parte para Chicaíza Becerra et al. (2017) referenciado en (Gelvis Salamanca et al., 2021) comenta que, en la administración, tiene como fin comprender las teorías, conceptos, métodos e instrumentos de una temática en particular. Además, tiene repercusiones a nivel metodológico, ya que permite ver de qué manera otros autores o autoras han definido y operativizado las variables objeto de estudio, contribuye al desarrollo de hipótesis, permite identificar limitaciones metodológicas, resultados contrapuestos, etc. (Arnau Sabatés & Sala Roca, 2020).

En comparación con las revisiones de literatura comunes en cualquier proyecto de investigación, una SLR tiene varios beneficios: una metodología bien definida reduce el sesgo, una gama más amplia de situaciones y contextos puede permitir conclusiones más generales, y el uso de metaanálisis estadístico puede detectar más que estudios individuales, de forma aislada (Kitchenham, B. y Charters, 2007). Según (Gough et al., 2012), referenciado en (de León Casillas et al., 2020), una SLR es esencialmente una revisión de la literatura y por tanto, sus tres actividades fundamentales son:

- Identificación y búsqueda de artículos científicos sobre un tópico.
- Evaluación de la calidad de la evidencia de estos artículos científicos.
- La síntesis de los hallazgos de estos artículos científicos.

En la literatura hay mucho énfasis en saber diferenciar entre revisiones sistemáticas o sistematizadas. Para ello (García Peñalvo, 2017) y (Grijalva et al., 2019) exponen, que la diferencia de denominaciones (sistemáticas versus sistematizadas) se debe a que el protocolo que quedó fijado en las ciencias de la salud utiliza exclusivamente métodos

estadísticos de resultados de investigaciones cuantitativas o meta-análisis, y cuando se traslada este protocolo a otros campos distintos de la salud o que no usan análisis estadístico, se podría emplear el término sistematizadas. En una de las aproximaciones más utilizadas, se considera que las revisiones sistematizadas constan de, al menos, cuatro fases. Cabe decir que, en algunas propuestas estas fases pueden desagregarse, y producir así un número mayor, pero el núcleo siempre está formado por las cuatro que se señalan a continuación (Grant & Booth, 2009), referenciado en (Codina, 2018): búsqueda, evaluación, análisis y síntesis.

(Codina, 2018) es del criterio que las SLR presentan dimensiones específicas, dígame: sistemática, completa, explícita y reproducible; en cuanto a las sistemáticas, significa que no es arbitraria, ni sesgada ni subjetiva, sino que, por el contrario, se ha examinado la mejor producción científica disponible utilizando las mejores fuentes de información. Por completa, se entiende que se han usado sistemas de información de los que se presume que facilitan el acceso al grueso de la producción de calidad de una disciplina a nivel internacional; y que no se ha descartado ni se ha incluido nada sin seguir otros criterios que los que se han hecho explícitos. Explícita, implica que se dan a conocer tanto las fuentes utilizadas como los criterios de búsqueda y de selección y exclusión. Reproducible al ser sistemática y explícita. Se permite que otros investigadores comprueben el trabajo y, si lo desean, seguir los pasos y contrastar los resultados obtenidos para determinar su exactitud o su grado de acierto.

Para la realización de una revisión sistemática, los investigadores siguen una metodología y protocolo previamente establecido, que limitan el sesgo y el error aleatorio como la búsqueda sistemática y exhaustiva de todos los artículos potenciales relevantes, la selección mediante criterios explícitos y reproducibles, de los artículos que serán incluidos finalmente en la revisión, la descripción del diseño y la ejecución de los estudios originales, la síntesis de los datos obtenidos y la interpretación de los resultados (Ferreira González et al., 2011)(Grijalva et al., 2019); así mismo presentan una serie de limitaciones, como la falta de coincidencia entre los términos utilizados entre autores y los interesados en la información, la poca existencia de herramientas automatizadas que permitan realizar el proceso para una revisión sistemática, o herramientas sesgadas a una base de datos o tipo de información en particular, haciendo casi imposible la revisión de todos los artículos que respondan al tema de investigación (Grijalva et al., 2019).

El desarrollo de la búsqueda sistemática, en primer lugar, supone la definición de los criterios de elegibilidad de los artículos, de tal forma que se explique la estrategia de

búsqueda que se ejecutará y dónde se llevará a cabo dicha búsqueda (Moreno et al., 2018). Los artículos de revisión sistemática de literatura; son una forma de estudio secundario que usa una metodología bien definida para identificar, analizar e interpretar todas las evidencias relacionadas con una pregunta de investigación específica de una forma que es imparcial y repetible (Kitchenham et al., 2009); (Manikas & Hansen, 2013). Según (Kitchenham, B. y Charters, 2007), los artículos de revisión sistemática presentan las siguientes ventajas y desventajas:

#### Ventajas:

- Una metodología bien definida hace que sea menos probable que los resultados de la literatura estén sesgados, aunque no protege contra el sesgo de publicación en los estudios primarios.
- Pueden proporcionar información sobre los efectos de un fenómeno a través de una amplia gama de configuraciones y métodos empíricos.
- Si los estudios dan resultados consistentes, las revisiones sistemáticas proporcionan evidencia de que el fenómeno es robusto y transferible.
- Si los estudios dan resultados inconsistentes, se puede estudiar fuentes de variación.
- En el caso de los estudios cuantitativos es posible combinar los datos utilizando técnicas de meta-análisis. Esto aumenta la probabilidad de detectar efectos reales que los estudios más pequeños individuales son incapaces.

#### Desventajas:

- Requiere un esfuerzo mucho mayor que una revisión tradicional de bibliografía. Lo mejor que puede decirse de las revisiones sistemáticas es que solucionan el déficit de rigor de las aproximaciones tradicionales mediante una cuádruple aportación (Codina, 2018):
- En primer lugar, establecen de forma clara las fases de trabajo. De este modo, los aspectos sobre los que es necesario que el autor ponga su atención crítica, no pasan desapercibidos, o no sucede que en algunos casos se hayan tomado en cuenta y en otros, no.
- En segundo lugar, para cada fase, prevén (y proveen) algún método o procedimiento específico para su resolución, en lugar de dejarlo a la intuición o la capacidad de improvisación.
- En tercer lugar, disponer de fases y de procedimientos, asegura la sistematicidad, que es una de las señales más potentes de un buen trabajo académico.

- En cuarto lugar, promueven la transparencia. Al disponer de los elementos anteriores, el autor puede registrar los pasos seguidos y ofrecer la información correspondiente o ponerla a disposición de otros investigadores interesados.

Los diversos autores que han tratado el tema de las revisiones sistémicas de la literatura, las han definido desde un punto de vista muy particular, aunque con ciertas similitudes; en el anexo 3, se muestran algunos claros ejemplos encontrados en la literatura estudiada sobre el tema en cuestión. El autor de la presente investigación se inclina por el concepto expuesto por (Manterola et al., 2013) y (Berra, 2020); puesto que es el más abarcador y resume en pocas palabras la opinión de los demás autores analizados; también expone claramente la esencia de una revisión sistemática de la literatura desde su base, la división cualitativa y cuantitativa, y concluyendo con la característica fundamental de estas revisiones: su propósito, este consiste, en contestar a una pregunta de investigación mediante un proceso sistemático y explícito.

#### **1.4.1 Herramientas para realizar revisiones sistemáticas de la literatura**

La inclusión de herramientas que permitan la realización de revisiones sistemáticas provee un medio efectivo para la identificación y evaluación de la literatura e investigaciones existente en un dominio específico. Esta actividad es considerada como el primer paso a llevar a cabo en la obtención de conocimiento, entendimiento y delimitación de un tema de investigación científico (de Almeida Biolchini et al., 2007). Varios análisis se han desarrollado sobre los protocolos o actividades que se realizan durante las revisiones sistemáticas y proponen nuevos pasos o actividades para llevar a cabo este protocolo, sin embargo, y a pesar de sentar las bases para el establecimiento del protocolo de la revisión sistemática, hasta el momento existen pocas herramientas, que de manera eficiente soporten totalmente la automatización de las actividades de una revisión sistemática (Grijalva et al., 2019).

La mayor parte de estas herramientas son un apoyo a las actividades del investigador en relación a la elaboración de citas bibliográficas, administración de estudios encontrados y en la interacción con algunas bibliotecas digitales, como son las herramientas “Mendeley”, “RefWorks”, “JabRef”, “EndNote”, “Zotero” y otro grupo de herramientas destinadas a la realización de meta-análisis como es el caso de “MAVIS”, “MetAnalysis” o “ClinTools” (Boretto, 2012).

En el anexo 4, se detallan las principales características de las herramientas analizadas para el uso de los investigadores en el proceso de revisión, entre las cuales por ejemplo “Mendeley” tiene disponible el “plugin webimporter” que permite agregar la funcionalidad

de descargas de la aplicación a los distintos navegadores “web”, en esta herramienta el investigador dedica un considerable tiempo a la búsqueda de artículos. Con “RefWorks” el investigador debe tener los artículos o estudios digitales en su computadora e importarlos a la aplicación que se mueve sobre la plataforma “web”. Mientras que “JabRef” permite aplicar hasta 6000 estilos de citas bibliográficas, siendo su función principal la de almacenar, gestionar y buscar referencias bibliográficas en una librería personal de referencias (Grijalva et al., 2019). Una de las opciones de “Zotero” es que permite importar automáticamente información de citas de varias fuentes, incluidos sitios web sin suscripción, periódicos y comerciales, y bases de datos basadas en la “web” como “PubMed” y “MedlinePlus” (Trinoskey et al., 2009).

En otro grupo de herramientas se tiene a “Meta-análisis Vía Shiny” (MAVIS), que mide el tamaño del efecto combinado, distintos indicadores de heterogeneidad y algunos cálculos sobre el riesgo de sesgo de publicación, además proporciona un diagrama de bosque con los tamaños del efecto y un diagrama de embudo (Grijalva et al., 2019). Comprehensive Meta-analysis (CMA) incluye una amplia gama de opciones sofisticadas para el ingreso, análisis y visualización de datos (Brüggemann & Rajguru, 2022). Una de las ventajas de “Metafor” en comparación con otros programas de estadística son sus aplicaciones de generación de gráficas. Por último, se encuentra “RevMan” que facilita la preparación de protocolos y revisiones completas, incluido el texto, las características de los estudios, las tablas de comparación y los datos del estudio, realizar un meta-análisis de los datos ingresados y presenta los resultados de manera gráfica permitiendo escribir revisiones de estudios de precisión de pruebas de diagnóstico, revisiones de estudios de metodología y reseñas de revisiones (Grijalva et al., 2019).

Según (Page et al., 2021), para la correcta elaboración de un artículo dentro de la categoría de revisión sistemática, se debe consultar la guía de artículos de divulgación preferidos para las revisiones y los meta-análisis sistemáticos (PRISMA), esta declaración, incluye información que resulta esencial para escribir, interpretar y utilizar adecuadamente los resultados en una revisión sistemática y supone un conjunto de directrices para presentar los manuscritos de las revisiones este protocolo está formado por ítems de comprobación e incluye también, siete cuadros que describen aspectos clave de la metodología.

#### **1.4.2 Tipos de revisiones de la literatura**

Las SLR no son el único tipo de revisiones de la literatura pues existen varias formas de realizar estos estudios; para conocer más acerca de estas, se expondrán detalles sobre

sus características distintivas y que las hace tan diferentes. La mayoría de las investigaciones comienzan con una revisión de la literatura de algún tipo. Sin embargo, a menos que una revisión de la literatura sea exhaustiva y justa, tiene poco valor científico (Kitchenham, B. y Charters, 2007). Este gran interés por las revisiones de temas permite a los investigadores ahorrar el tiempo que el lector necesitaría para hacer una elaboración similar.

Es importante distinguir las revisiones sistemáticas entre otros formatos de revisiones (Berra, 2020). Hay, por tanto, diversos tipos de revisiones de literatura, que incluyen desde aquellas que se caracterizan por un enfoque más general para encontrar los estudios más notables de un campo, pero con poco énfasis en la evaluación de su calidad (revisiones de ámbito) hasta las que siguen un protocolo exhaustivo, en el que el control de la calidad está muy presente y concluyen con una síntesis y un análisis de alta complejidad (revisión sistemática de referencia); entre estos extremos hay muchas variantes con diferencias en las etapas de búsqueda, evaluación, síntesis y análisis de las fuentes primarias (García Holgado et al., 2020).

Han ocurrido varios intentos de realizar una taxonomía de las revisiones de literatura. En la presente investigación se hace referencia a los estudios realizados por de (Guirao Goris, 2015) y (García Holgado et al., 2020), donde se destacan una serie de autores que ejercieron su opinión sobre el tema en cuestión. (Guirao Goris, 2015) resalta los criterios (Cronin et al., 2008), (Grant & Booth, 2009) y (Whittemore et al., 2014) por su parte (García Peñalvo, 2021) menciona en su estudio a grandes autores, como son (Paré et al., 2015), (Booth et al., 2016) y (García Holgado et al., 2020)); además, la investigación realizada por (Whittemore et al., 2014) repite en este estudio. En el anexo 5 se muestra un resumen de los estudios realizados por estos autores; aquí se destacan algunas que son muy conocidas y aplicadas desde diferentes perspectivas, aunque manteniendo su esencia, y otras que pasan desapercibidas por muchos investigadores a pesar de tener un campo de estudio bien definido.

Se puede observar a través de este análisis que las revisiones más utilizadas y por ende, las más reconocidas no son más que las revisiones sistemáticas de la literatura (sistemáticas y sistematizadas), el meta-análisis y la revisiones narrativas; esto se debe a sus características distintivas y a su ventajas de aplicación; por lo cual, queda demostrado que no es ni necesario, ni conveniente que todas las revisiones sean sistemáticas, en cambio, es a la vez necesario y conveniente que todas las revisiones se conduzcan aplicando criterios sistematizadores y de calidad (Hart, 2008), referenciado en (Codina, 2018).

A continuación, se realizará un breve resumen de cada uno de estos tipos de revisiones; antes por su importancia, se diferenciará por entre las revisiones de literatura sistemáticas y no sistemáticas, estas últimas frecuentemente conocidas como revisiones narrativas, tradicionales o convencionales (Greenhalgh, 2019).

Revisiones sistemáticas: (Booth et al., 2016), (Franco et al., 2018), (Fernandez Chinguel et al., 2019) y (García Peñalvo, 2021) consideran que para que una revisión se pueda clasificar como sistemática debe tener claridad y validez interna, además de ser auditable. La claridad implica una estructura que sea fácil de navegar e interpretar y una metodología que sea fácil de juzgar. La validez interna debe proteger el trabajo de revisión contra los sesgos en la selección de los trabajos primarios, primando la relevancia y el rigor. Finalmente, la revisión debe ser auditable para garantizar la transparencia del proceso de revisión, para tener la seguridad de que las conclusiones se basan en los datos primarios y no se han fabricado los argumentos para sustentar una hipótesis formulada de antemano al proceso de revisión, además de permitir que el proceso de revisión pudiera ser reproducido por otros investigadores.

Revisiones narrativas: la revisión de literatura o revisión narrativa es un término genérico para hacer referencia a un examen de la literatura reciente o actual, que puede abarcar una amplia gama de temas con distintos niveles de exhaustividad y amplitud. Suele utilizar una estrategia de búsqueda selectiva o por oportunidad, sin que se utilicen unos criterios explícitos de selección ni de aseguramiento de la calidad de las fuentes primarias. Para sintetizar y analizar los resultados se utiliza un enfoque narrativo (Green et al., 2006); (Guirao Goris, 2015), (Franco et al., 2018)(Zillmer & Díaz Medina, 2018); (Berra, 2020),(Salinas, 2020).

Los otros tipos de revisiones antes mencionados son:

- Revisiones agregativas: con especial atención a la síntesis de las fuentes primarias se distingue entre revisiones agregativas e interpretativas/configurativas. Las revisiones que recogen datos empíricos para describir y probar conceptos predefinidos presentan una lógica agregativa porque tanto las fuentes primarias como la revisión agregan observaciones empíricas y hacen afirmaciones empíricamente contrastadas sobre un conjunto de posiciones conceptuales predefinidas. Además, las revisiones agregativas tienden a combinar formas de datos similares, por lo que interesa la homogeneidad de los estudios. Por su parte, las revisiones que tratan de interpretar y comprender el mundo organizan o configuran la información y desarrollan los conceptos, siendo más exploratorias. Por más que la

metodología básica se determine de antemano, los métodos específicos se adaptan o se seleccionan de forma iterativa a medida que avanza la investigación. A diferencia de las agregativas, las revisiones interpretativas se orientan más al descubrimiento de patrones derivados de una heterogeneidad (Gough et al., 2012); (García Peñalvo, 2017).

- Revisiones integrativas: (Whittemore & Knaf, 2005) incluyen tanto la investigación experimental como la no experimental con el fin de comprender más profundamente un fenómeno de interés. Las revisiones integrativas combinan datos de la literatura teórica y empírica, siendo habitual varias estrategias de búsqueda para llegar a ambos tipos de fuentes. Los trabajos primarios se pueden codificar en función de su calidad, pero no necesariamente se excluyen. El análisis combina aspectos creativos con el análisis crítico de los datos
- La revisión de mapeo de literatura, traza y categoriza la literatura existente a partir de la cual encargar nuevas revisiones y/o investigaciones primarias, identificando las lagunas en la literatura de investigación. Responde a unas preguntas planteadas con ámbito amplio para obtener una muestra representativa del campo de investigación de fuentes primarias. La selección de las fuentes se hace siguiendo unos criterios explícitos y no suele haber una evaluación de la calidad de las fuentes seleccionadas. La síntesis se suele basar en gráficos y tablas, mientras que el análisis puede ser creativo, centrarse en un análisis crítico de los datos, realizar comparaciones o identificar patrones o temas importantes. Aunque las revisiones de mapeo de literatura son un tipo específico de revisión, el enfoque de mapeo se puede utilizar para presentar las características del conjunto de datos que ha resultado del proceso propio de cualquier otro tipo de revisión sistemática de literatura (Grant & Booth, 2009); (García Peñalvo, 2017).
- La revisión panorámica, es un término genérico que aborda el resumen de la literatura seleccionada para hacer un estudio de esta y describir sus características. Puede incorporar o no aspectos sistemáticos en la búsqueda y la síntesis. El análisis puede presentarse en un formato cronológico, conceptual, temático, etc (Oxman et al., 1994); (Guirao Goris, 2015),(García Peñalvo, 2021), (Verdejo et al., 2021).
- La revisión rápida, se utiliza para evaluar lo que ya se sabe sobre una cuestión política o práctica, utilizando métodos de revisión sistemática para buscar y evaluar críticamente la investigación existente (Butler et al., 2005) y (García Peñalvo, 2022).

- La revisión de alcance, es una evaluación preliminar del tamaño y el alcance potencial de la literatura de investigación disponible. Tiene como objetivo identificar la naturaleza y el alcance de las pruebas de investigación (normalmente incluye la investigación en curso). Tiene un enfoque amplio, pero con un objetivo comprensivo. Se aplican criterios explícitos de selección, pero no es esencial aplicar criterios de calidad (Daudt et al., 2013); (Marcos Pablos & García Peñalvo, 2021),(Veteska et al., 2022).
- La revisión del estado de la cuestión, intenta abordar asuntos más actuales en contraste y combinación con otros enfoques retrospectivos. Puede ofrecer nuevas perspectivas sobre el tema o señalar un área para seguir investigando. Aplica una búsqueda exhaustiva de la literatura, sin hacer una evaluación de las fuentes obtenidas. Suele combinar técnicas narrativas y tabulares para presentar el estado actual del conocimiento, así como las tendencias y limitaciones del campo de la investigación. Un ejemplo de este tipo de revisiones podría ser (Grant & Booth, 2009); (Gyongyosi, L. e Imre, 2019).
- La revisión descriptiva, busca determinar el grado en que un conjunto de estudios empíricos en un área de investigación específica revela patrones o tendencias interpretables con respecto a proposiciones, teorías, metodologías o hallazgos preexistentes (King & He, 2005). Suele emplear métodos de búsqueda estructurada para formar una muestra representativa de un grupo más amplio de trabajos relacionados con el área de investigación. Se emplean criterios de selección, pero no de evaluación de la calidad (García Peñalvo, 2022).
- El meta-análisis, combina estadísticamente los resultados de los estudios cuantitativos para proporcionar un efecto más preciso de los resultados. Suele buscar, principalmente, uno de estos objetivos (Ferreira González et al., 2011); (García Peñalvo, 2021): (1) evaluar la consistencia / variabilidad de los resultados entre los estudios primarios incluidos en la revisión (es decir, la heterogeneidad entre los estudios); (2) investigar y explicar (si es factible) las causas de cualquier heterogeneidad (por ejemplo, mediante subgrupos o análisis de meta-regresión) para mejorar la comprensión científica; (3) calcular un resumen del tamaño del efecto junto con un intervalo de confianza; y (4) evaluar la robustez del tamaño del efecto acumulativo a través del análisis de la sensibilidad y de valuaciones formales de las fuentes potenciales de sesgo, incluido el sesgo de publicación, que se deriva de los estudios primarios y podría tener un impacto en el efecto resumen calculado.
- La revisión de estudios mixtos / revisión de métodos mixtos, examina simultáneamente estudios primarios cualitativos, cuantitativos o mixtos (Pluye

et al., 2009). Para (Whittemore et al., 2014) esta revisión podría ser equivalente a la revisión integrativa.

- La revisión sistemática cualitativa / síntesis de evidencias cualitativas, integra o compara los resultados de estudios cualitativos (Candy et al., 2011).
- La revisión paraguas también denominada resumen de revisiones, se describe como un estudio terciario que integra evidencias de diferentes revisiones sistemáticas (cualitativas o cuantitativas) para responder a un conjunto no muy amplio de preguntas de investigación. Cuenta con un conjunto de criterios de selección de las fuentes secundarias y de evaluación de la calidad de estas (Rhodes et al., 2011); (García Holgado et al., 2020).
- La revisión de representatividad y alcance, efectividad, adopción, implementación y mantenimiento (RE-AIM), tiene como objetivo evaluar y sintetizar el alcance, la eficacia, la adopción, la aplicación y mantenimiento de las intervenciones (Glasgow et al., 1999); (Blackman et al., 2013).{Blackman, 2013 #1}
- La revisión realista, también llamadas revisiones meta-narrativas o revisiones de síntesis de evidencia cualitativa, son revisiones interpretativas conducidas por la teoría que se desarrollan para informar, mejorar, ampliar o complementar alternativamente las revisiones sistemáticas convencionales, dando sentido a la evidencia heterogénea sobre intervenciones complejas aplicadas en diversos contextos de manera que informen la toma de decisiones políticas (Greenhalgh et al., 2011).
- La revisión teórica, se basa en los estudios conceptuales y empíricos existentes para proporcionar un contexto que permita identificar, describir y transformar en un orden superior la estructura teórica y los diversos conceptos, constructos o relaciones. Su objetivo principal es desarrollar un marco o modelo conceptual con un conjunto de proposiciones o hipótesis de investigación. No tiene por qué incorporar criterios para evaluación de calidad de las fuentes primarias (Webster & Watson, 2002).
- La revisión crítica, analiza críticamente la literatura existente sobre un tema amplio para revelar sus debilidades, contradicciones, controversias e inconsistencias. A diferencia de una revisión que trata de integrar los trabajos existentes, una revisión que implica una evaluación crítica no tiene por qué comparar las fuentes primarias entre sí. En cambio, compara cada obra con un criterio y considera que es más o menos aceptable. Las revisiones críticas son selectivas o representativas, raramente implican una búsqueda exhaustiva de toda la literatura relevante. Este tipo de revisiones pueden proporcionar

explicaciones de cómo se llevó a cabo el proceso de revisión, pero rara vez evalúan la calidad de los estudios seleccionados, especialmente cuando se trata de investigación cualitativa (Dixon Woods et al., 2006); (Bolinger et al., 2022).

Como quedó demostrado en el anexo 5, las revisiones sistemáticas de la literatura se destacan dentro de las más empleadas para estudios de este tipo. En general, a través de la literatura estudiada, los procedimientos para la realización de este tipo de revisiones no presentan mucha variación, pues todos cuentan para su aplicación entre tres y seis fases, que por lo general disponen de seis pasos, los cuales solo varían en nombre, pues no así en significado; esto viene dado por las características inherentes antes expuestas de estas revisiones. La propuesta presentada por (Lacerda & von Wangenheim, 2018) abarca, a grandes rasgos, los elementos a considerar en un estudio de este tipo.

### **1.5 Conclusiones parciales**

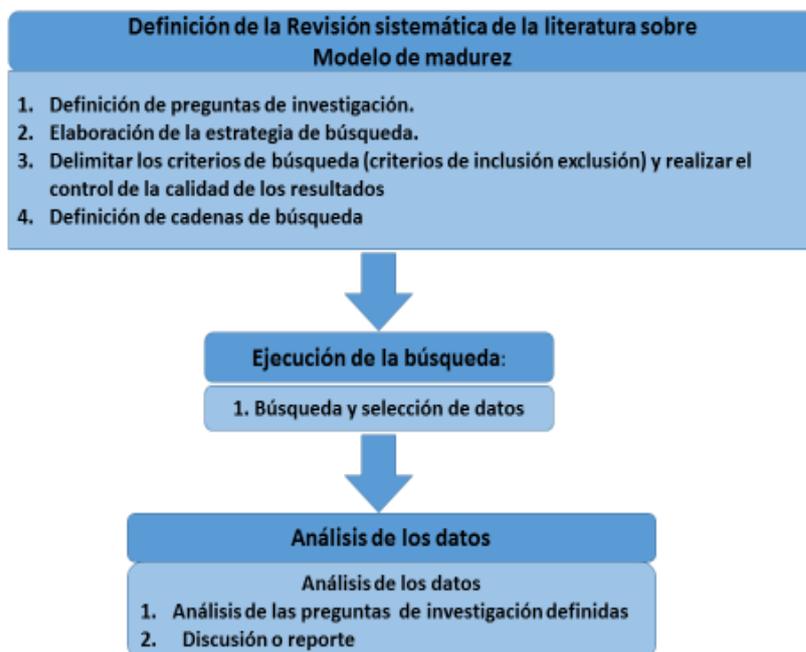
- 1 Existen una gran cantidad de modelos de madurez, y en consecuencia, diferentes procedimientos y diversos criterios para su aplicación práctica, a las distintas áreas de trabajo e investigación. Tales modelos suponen que las organizaciones evolucionan y atraviesan varias etapas, caracterizadas por diferentes patrones. Cada una de esas etapas y sus características corresponden a los diferentes niveles de madurez.
- 2 Las revisiones sistemáticas de la literatura permiten sintetizar la información científica disponible, dar a conocer los resultados obtenidos en estudios primarios e identificar áreas de incertidumbre para la realización de nuevos proyectos de investigación, por lo que son muy utilizadas a la hora de definir la metodología a utilizar en dichos estudios. En este sentido, se considera acertado aplicar esta técnica, a través del procedimiento desarrollado por Lacerda y von Wangenheim (2018), con el fin de solucionar el problema investigativo planteado.

## Capítulo 2. Revisión sistemática de la literatura sobre circularidad en las cadenas de suministro

Con el propósito de dar solución al problema de investigación de la tesis, y como respuesta a lo expuesto en las conclusiones parciales derivadas de la construcción del Marco Teórico Referencial, en el presente capítulo se presentan los principales resultados de la revisión sistemática de la literatura realizada a los estudios de circularidad en la cadena de suministros.

### 2.1 Caracterización del procedimiento de revisión sistemática de la literatura sobre circularidad en las cadenas de suministro.

Con el objetivo de realizar la exhaustiva y amplia revisión sistemática de la literatura los estudios de circularidad en la cadena de suministros, fue necesario definir una estrategia para identificar y analizar sistemáticamente el trabajo disponible sobre estos; para ello, se utilizará el procedimiento planteado por Lacerda y von Wangenheim (2018) (ver figura 2.1). A continuación, se describe, a grandes rasgos, el contenido de cada una de las fases que conforman dicho procedimiento.



**Figura 2.1.** Procedimiento para la revisión sistémica sobre modelos de madurez. Fuente: Lacerda y Von Wangenheim (2018).

La definición de la revisión sistemática de la literatura sobre los estudios de circularidad en la cadena de suministros, es la primera fase en mención, el objetivo de la misma es plantear de forma general el contenido de la revisión, a través de una serie de etapas o

pasos, la cuales definirán el camino a tomar en el estudio. Está constituida por cuatro etapas, cuyo contenido se explica a continuación.

La primera etapa está constituida por las preguntas de investigación, las cuales son reconocidas como el epicentro de una revisión sistemática de la literatura (SLR) y centralizan el estudio. La elaboración de la estrategia de búsqueda, constituye la segunda etapa, para ello, un primer paso es la identificación de las palabras clave, las cuales permiten delimitar y orientar la búsqueda de información, para lo cual resulta útil realizar algunas lecturas preliminares sobre el tema de estudio, o bien localizar algún artículo que aborde un tema similar al que se quiere desarrollar y observar qué palabras clave se han utilizado, y añadir estos mismos términos para realizar la búsqueda. Además, estas pueden ser simples o compuestas, y se deben de utilizar palabras sinónimas, ya que muchas veces los artículos están etiquetados con sinónimos de las palabras clave que se quieren emplear.

A la hora de elaborar dicha estrategia, es importante delimitar quiénes serán las fuentes de datos de la investigación, para ello, inicialmente se realiza una revisión exploratoria sobre el tema de estudio a través de buscadores genéricos como el “Google Scholar” o “Google Books”. Esto permitirá obtener una visión general de los recursos electrónicos que hay disponibles en Internet sobre la temática de estudio. En un segundo momento es importante localizar fuentes de información secundaria más especializadas (bases de datos, catálogos de editoriales y de bibliotecas, repositorios, etc.) que ayuden a obtener resultados más precisos; también se pueden utilizar bases de datos multidisciplinares que incluyen documentos sobre el tema en cuestión como: “CSIC-ISOC” (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), “Dialnet”, “Science Direct”, “Web of Science”, “SCOPUS”, “Emerald”, etc.

En la etapa tres se delimitan los criterios de búsqueda y se realiza el control de la calidad de los resultados, por lo tanto, cabe destacar que los motores de búsqueda actuales brindan un alto recuerdo que conduce a una gran cantidad de recuperaciones irrelevantes, por lo que un investigador debe seguir una estrategia de búsqueda sistemática para obtener resultados precisos. En esta etapa de SLR se examina la literatura para encontrar los documentos más relevantes basándose en criterios específicos, en ella se describe el proceso de selección de resultados hasta llegar a la muestra final de artículos. Este proceso consiste en explicar cuáles han sido los criterios de inclusión y exclusión, cuántos documentos se han encontrado, cuántos de ellos eran duplicados, cuántos se han descartado en cada fase y por qué, y, finalmente, cuántos

documentos serán sometidos a la revisión. Para ello, es muy recomendable utilizar un diagrama de flujos, similar al que propone la declaración PRISMA.

El aplicar el control de la calidad a los documentos, para prevenir sesgos y errores sistemáticos, es una estrategia esencial en la revisión sistemática de la literatura, y se utiliza como base para ponderar los datos cualitativos. Para ello, es recomendable utilizar los criterios de evaluación de la calidad de la literatura, adaptados por Morgan (2007), donde se evalúan los siguientes parámetros: contribución, teoría, metodología y análisis de datos, a cada artículo seleccionado durante la investigación; o responder alguna lista de chequeo como las utilizadas en el Programa de Habilidades de Evaluación Crítica (CASP, por sus siglas en inglés), programa de acceso abierto como lo son: lista de verificación de ensayos de control aleatorios, lista de verificación de revisión sistemática, lista de verificación de estudios cualitativos, lista de verificación del estudio de diagnóstico, lista de verificación del estudio de control de casos, lista de verificación del estudio de cohorte, lista de verificación de evaluación económica y la lista de verificación de la regla de predicción clínica. A partir de dichas listas se evalúan la rigurosidad, los métodos de investigación fundamentales, la credibilidad y la relevancia de los artículos.

Para concluir esta primera fase, se desarrolla el paso cuatro, definición de cadena de búsqueda. Esta etapa se desarrolla, a través de los objetivos del proyecto, las preguntas de investigación, las palabras clave, sinónimos, conceptos relacionados para cada sinónimo de concepto central, así como abreviaturas, pues contiene una serie de combinaciones relacionadas a estas expresiones, combinaciones aplicadas a partir del uso de los operadores booleanos (“AND”, “OR”, “NOT”, “NEIR”), necesarios para refinar aún más la búsqueda de información.

La segunda fase propuesta en el procedimiento es la ejecución de la búsqueda; esta se realiza en base al protocolo de revisión y consiste en realizar el sondeo en los repositorios definidos. Los resultados extraídos, se analizan con respecto a su relevancia, aplicando los criterios de búsqueda y el control de la calidad de los resultados. Además, los artículos relevantes para el estudio son almacenados en un gestor bibliográfico, realizando así una biblioteca virtual personal, acorde con el tema de estudio. La ventaja de estos gestores es que permiten la exportación automática de citas. También se deben de organizar las referencias y realizar un registro con un pequeño resumen de cada una de ellas o caracterizar los documentos seleccionados, en correspondencia con los objetivos de la investigación, analizando cada artículo por

separado y resumiendo su contenido principal en una tabla o anexo. Esta fase comprende el paso de búsqueda y selección de datos.

La fase tres, denominada análisis de los datos, es donde, una vez identificados los estudios relevantes, se extraen los datos necesarios, con el fin de estructurar y secuenciar los contenidos en consonancia con las preguntas de investigación. Sobre la base de los datos extraídos se analizan los estudios encontrados y se sintetizan los resultados, exponiendo de manera crítica, lo que se conoce hasta la actualidad sobre el tema de estudio, siguiendo la estructura y la secuencia de los contenidos propuestos, y se describe el contenido analizado, las principales soluciones de la investigación, los aspectos que se desconocen, las limitaciones del procedimiento efectuado, entre otros. Todo lo planteado con anterioridad queda plasmado en los pasos siguientes: análisis de los datos extraídos de los estudios de acuerdo con las preguntas de investigación definidas; la validación del estudio, y la etapa de discusión o reporte.

## **2.2 Aplicación del procedimiento de revisión sistemática de la literatura sobre estudios de circularidad en la cadena de suministros.**

En el siguiente apartado se aplicarán las fases del procedimiento seleccionado y cada una de sus etapas y pasos, dando solución a la situación problemática planteada al comienzo de la investigación y desarrollando los objetivos del estudio.

### **2.2.1 Fase 1. Definición de la revisión sistemática de la literatura sobre la circularidad en las cadenas de suministro.**

Como primera fase, la definición de la revisión sistemática de la literatura sobre circularidad en las cadenas de suministro prioriza la estrategia de búsqueda a tener en cuenta y plantea las bases de la revisión, con el objetivo de definir el objeto de estudio y escoger, con criterio, los documentos necesarios para el desarrollo de la investigación.

#### **Paso 1.1. Definición de las preguntas de investigación**

El objetivo de esta revisión es realizar un estudio, mediante una revisión sistemática de la literatura, sobre el comportamiento de los principales elementos característicos de los estudios de circularidad en la cadena de suministros en las publicaciones recolectadas de los últimos 10 años; en este sentido, se pretende obtener una visión general de la revisión sistemática sobre estudios de circularidad en la cadena de suministros, a través de las preguntas de investigación siguientes:

1. Las combinaciones aplicadas a partir del uso de los operadores booleanos (“AND”, “OR”), ¿fueron correctas?, ¿qué palabras clave resultaron del uso de la cadena de búsqueda?
2. ¿Existe una fuerte colaboración entre los autores estudiados?, ¿cuáles de ellos aportan más contenido a la investigación?
3. ¿Cuántas SLR se publicaron entre los documentos revisados?, y ¿cuántas de ellas tratan sobre el mismo tema?
4. ¿Cuál es el tipo de metodología que predomina en los documentos analizados?
5. ¿Cómo es el uso de las herramientas matemáticas en los documentos revisados?

### **Paso 1.2. La elaboración de la estrategia de búsqueda**

Al realizar la revisión sistemática quedaron definidas las principales fuentes de datos sobre estudios de circularidad en la cadena de suministros, estas presentan miles de documentos referidos al tema de estudio; por tanto, se contrajeron dichas fuentes, debido a la poca disponibilidad de tiempo del autor, a una de las bases de datos multidisciplinares más importantes y conocidas, “Web of Science”, y a un período de tiempo delimitado entre los años 2014 y 2023.

Las palabras clave propuestas para ejecutar la búsqueda son: “circular economy” (economía circular), “circular” or “circularity” (circular o circularidad), y “supply chain” (cadena de suministro).

### **Paso 1.3. Delimitar los criterios de búsqueda y realizar el control de la calidad de los resultados**

Este estudio ha adoptado cinco criterios de inclusión y exclusión para limitar los contenidos irrelevantes. El primer criterio de inclusión fue el tipo de documento, que se refiere a la naturaleza de la literatura aceptada; solo se incluyeron documentos publicados y documentos basados en algún aporte de circularidad a la cadena de suministro implementado o propuesto, mientras que se excluyeron los manuscritos en proceso o inéditos. El período de publicación fue el segundo criterio de inclusión y exclusión, pues se incluyó la literatura publicada dentro del período transcurrido entre los años 2014 y 2023, mientras los demás documentos que no se encontraran publicados entre los años en cuestión, fueron excluidos del estudio. El tercer criterio de selección fue, el solo analizar artículos de revistas y todo documento que no los fuera, quedó excluido. El cuarto criterio se le aplica el modelo TAK (Title, Abstract, Keywords). El último criterio de selección corresponde al idioma en el que se publicó el artículo, se

incluyeron los documentos que estaban disponibles en idioma inglés, mientras que se excluyeron los artículos en otros idiomas.

A los documentos restantes se les aplicaron los criterios adaptados de Morgan (2007) (ver anexo 4), con el objetivo de aplicar un control de la calidad que permitiese elevar la credibilidad y la calidad de la propia revisión sistemática de la literatura sobre modelos de madurez, asegurando que las referencias seleccionadas son fiables.

#### **Paso 1.4. Definición de la cadena de búsqueda**

En este paso, se definen las cadenas de búsqueda a aplicar, a través de las palabras clave seleccionadas y los operadores booleanos "AND" y "OR". Considerando el objetivo de la búsqueda y utilizando diferentes combinaciones posibles, la expresión de búsqueda con mejores resultados fue la siguiente: (("supply chain") AND ("circularity" OR "circular economy")), resultando en total de 1242 artículos, relacionados al tema objeto de estudio.

##### **2.2.2 Fase 2. Ejecución de la búsqueda**

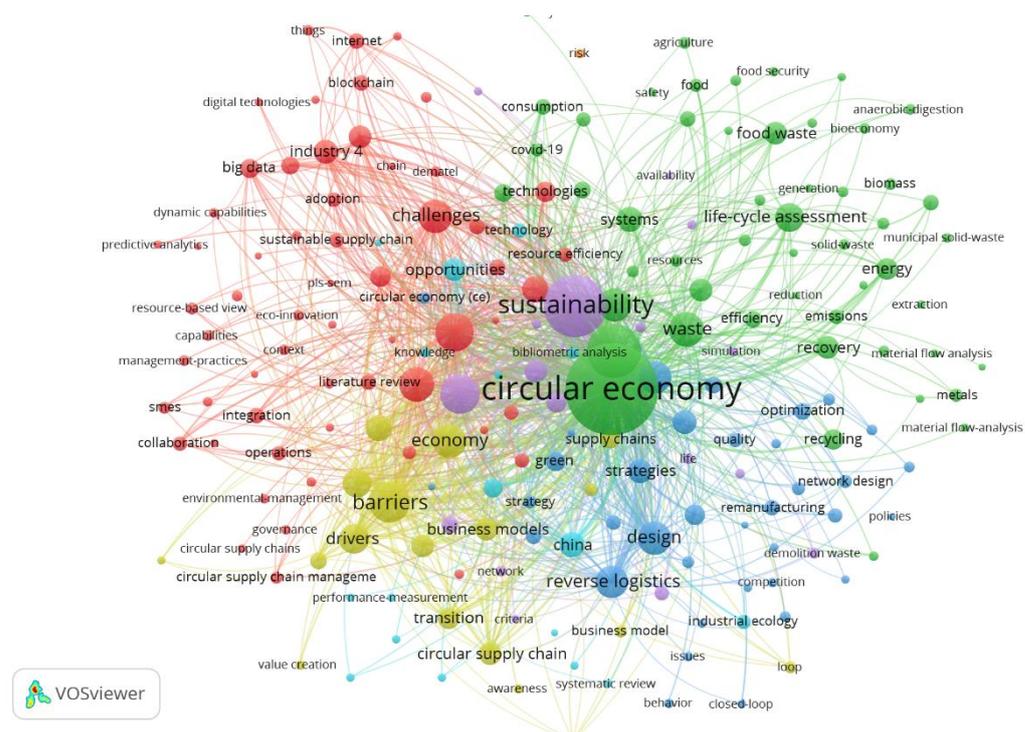
En esta fase se ejecutarán, de forma precisa, cada uno de los pasos mencionados con anterioridad en la fase 1; ejemplificando las propuestas seleccionadas en cada uno de ellos. En esta se efectuará el paso de búsqueda y selección de los datos.

#### **Paso 2.1 Búsqueda y selección de datos**

Este paso es de vital importancia para el buen desempeño de la investigación, pues sin él se corre el riesgo de que se elimine material bibliográfico portador de contenido importante, o que se procese aquel que no contribuya al estudio.

Los primeros resultados, al introducir las cadenas de búsqueda, arrojaron la existencia de 2641 documentos para procesar. Luego de haber realizado el primer corte de evaluación de la bibliografía, a partir del título, las palabras clave y el resumen (TAK), quedaron 1242 documentos.

Con la ayuda del software *VOSview* se realiza un análisis bibliométrico, en la figura 2.2 se muestra el mapa bibliométrico a partir de la búsqueda mencionada anteriormente, con las 200 palabras claves encontradas, para un número de ocurrencias de 8 en los artículos encontrados, el tamaño de las etiquetas es proporcional a la frecuencia de ocurrencia de los términos y a su peso. Las etiquetas concentradas en el centro del mapa que incluyen *circular economy* y *sustainability* evidencian una alta interacción de las palabras claves que la integran, mientras que los clústeres situados en los bordes del mapa justifican una menor interrelación de estas palabras claves.



**Figura 2.2:** Mapa bibliométrico de la investigación. Fuente: elaboración propia.

Se definen cinco clústeres fundamentales, el identificado con el color rojo y de mayor amplitud tiene una incidencia de 60 ítems donde se interrelaciona todo lo relacionado con las tecnologías, la industria 4.0, el big data y los cambios, colaboraciones que todo ello conlleva.

Otro clúster (verde) se enfoca a la gestión de residuos fundamentalmente con 52 ítems. En este es evidente como agrupa el reciclaje, reducción y recuperación, sobre todo en cadenas de alimentos y la agricultura, no dejando de lado las investigaciones relacionadas con la energía (biomasa, bioenergía) y gestión de desechos.

El clúster de color azul con 36 ítems se relaciona a la logística inversa, al diseño y optimización de las cadenas y cadenas de suministro de ciclo cerrado. Su enfoque en el producto agrupa investigaciones relacionadas con el uso de la optimización, la teoría de juegos y todo lo relacionado al comportamiento y predicción de la demanda.

Los restantes clúster, de 33 y 16 ítems los dos restantes respectivamente. El de color amarillo aborda los temas relacionados a la economía y la creación de valor, tomando las barreras y conductores que permiten el establecimiento de modelos de negocios y la transición hacia estos, mientras que el violeta ahonda un poco más en el uso de indicadores para la simulación, los marcos de trabajo y metodologías, pero un poco más

enfocado a los residuos de demolición y muy importante el gran peso de la sostenibilidad en este grupo.

Atendiendo al análisis anterior se propone delimitar a una muestra de artículos por cada uno de los clústeres identificados a través del análisis bibliométrico. A fines de esta investigación se trabaja con cuatro clústeres fundamentales: el que abarca los modelos de negocio, el de logística inversa, el de *big data* e internet de las cosas y el enfocado a agricultura, gestión de residuos y energía; dejando a un lado el grupo que abarca investigaciones en el área de los estudios bibliométricos y de revisión de la bibliografía por su poca relevancia para la investigación a consideración del autor.

Primero se calcula la muestra a ser estudiada a través de la siguiente ecuación Para población finita (cuando se conoce el total de unidades de observación que la integran) (Aguilar-Barojas, 2005):

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N-1)+Z^2pq} \quad (\text{Ecuación 1.1})$$

Donde:

- ~ p = proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia
- ~ q = proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1-p).
- ~ N = tamaño de la población
- ~ Z = valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal. Llamado también nivel de confianza.
- ~ d = nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio.

Se calcula para un error máximo admitido de 7%, para un nivel de confianza de 95% arrojando un resultado de 169 artículos, con p=q=50%.

Todos los estudios seleccionados fueron pasados al software Endnote (versión Endnote X9), utilizando, además, sus herramientas correspondientes. Este permite organizar la información y crear instantáneamente referencias; además, está diseñado para investigadores que necesitan evaluar referencias rápidamente, planear proyectos futuros, además de ofrecer grandes facilidades para importar y exportar datos.

A partir de aquí, con la ayuda del gestor EndNote se agrupan los artículos según las palabras claves más predominantes en cada clúster y se llega a cuatro grupos principales de igual denominación que los clústeres tomados en consideración:

- modelos de negocio (364 artículos)

- logística inversa (409 artículos)
- *big data* e internet de las cosas (158 artículos)
- agricultura, gestión de residuos y energía (452 artículos)

Esto no es suficiente debido a que se ha delimitado la población a cuatro grupos fundamentales por lo que se decide estratificar la muestra aumentando así su precisión como se muestra en la tabla 2.1. Para ello el número de elementos que componen cada estrato se multiplica por el coeficiente de estrato y da como resultado el número de elementos a tomar dentro de cada estrato previamente conformado. (Piloto-Rodríguez, 2010)

**Tabla: 2.1:** Estratificación de la muestra.

Grupo	Palabras claves	Cantidad total de artículos	Muestra estratificada
Modelos de negocio	<i>Bussines model</i> <i>Innovaton</i> <i>Value implementation</i>	364	50
Logística inversa	<i>Reverse logistic</i> <i>Cloose loop</i> <i>Design</i> <i>Recycling network</i>	409	56
<i>Big data</i> e internet de las cosas	<i>Industry 4.0</i> <i>Internet</i> <i>Big data</i> <i>blockchain</i>	158	22
Agricultura, gestión de residuos y energía	<i>Energy</i> <i>Life cycle assessment</i> <i>Emissions</i> <i>Waste food</i>	452	62

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente acción desarrolla un muestreo aleatorio simple para elegir los artículos a analizar en cada grupo. En el anexo 5 se muestran los artículos seleccionados en la revisión sistemática de la literatura sobre circularidad en la cadena de suministros, documentos que fueron evaluados según cinco parámetros: título, autores, tipo de

aporte (práctico, teórico o teórico/práctico), tipo de metodología (cuantitativa, cualitativa o mixta), metodología de análisis (conceptual, estrategia, matemática/herramienta), enfoque (política, Empresa/proceso, producto, consumidor), industria de aplicación y tipo de herramienta; así como la descripción del aporte.

En los artículos científicos, se utilizan diferentes metodologías para abordar preguntas de investigación y recopilar datos. Estas metodologías se dividen principalmente en tres tipos: cuantitativa, cualitativa y basada en herramientas matemáticas.

1. Metodología cuantitativa:

- ~ Enfoque en la recolección y análisis de datos numéricos y medibles.
- ~ Utiliza técnicas estadísticas para interpretar los datos.
- ~ Ejemplos de técnicas cuantitativas incluyen encuestas, cuestionarios, experimentos controlados y análisis de datos estructurados.
- ~ Proporciona una comprensión cuantificable y generalizable de los fenómenos estudiados.

2. Metodología cualitativa:

- ~ Se centra en la comprensión profunda del comportamiento humano, las actitudes y los factores contextuales.
- ~ Emplea técnicas como entrevistas en profundidad, grupos focales, observación participante y análisis de contenido.
- ~ Busca explorar la complejidad de las experiencias humanas y capturar la diversidad de perspectivas.
- ~ Proporciona una comprensión detallada y contextualizada de los temas de estudio.

3. Metodología matemática/basada en herramientas:

- ~ Utiliza modelos matemáticos, simulaciones computacionales y herramientas de análisis de datos para estudiar fenómenos, realizar predicciones y optimizar procesos.
- ~ Aplica ecuaciones, algoritmos y técnicas de optimización para resolver problemas específicos.
- ~ Puede estar orientada a la ingeniería de sistemas, gestión de operaciones, logística, planificación en empresas, entre otros.
- ~ Proporciona un enfoque analítico y predictivo basado en datos numéricos y modelos.

Los diferentes tipos de aportes en los artículos científicos reflejan las diversas formas en que los investigadores contribuyen al avance del conocimiento, ya sea mediante la

generación de nuevas teorías, la aplicación práctica de conceptos existentes o la combinación de enfoques teóricos y prácticos para abordar problemas y desafíos contemporáneos. Estos aportes pueden clasificarse en tres categorías principales: práctico, teórico y teórico/práctico.

1. Aportes prácticos:

- ~ Estos artículos proporcionan información y soluciones aplicables al mundo real. En lugar de centrarse en el desarrollo teórico puro, se enfocan en la resolución de problemas prácticos o en la descripción de experiencias concretas.
- ~ Pueden presentar estudios de caso, mejores prácticas, análisis de políticas, estrategias de implementación y análisis de tendencias del mundo real.
- ~ El principal objetivo es generar conocimiento que pueda aplicarse directamente en contextos profesionales, empresariales o sociales.

2. Aportes teóricos:

- ~ Estos artículos se centran en el desarrollo y la presentación de nuevos marcos conceptuales, teorías, modelos o enfoques analíticos.
- ~ Buscan profundizar la comprensión de un tema mediante la conceptualización, la integración y la expansión de la base teórica existente.
- ~ A menudo, los aportes teóricos sientan las bases para futuras investigaciones, discusiones académicas y aplicaciones prácticas.

3. Aportes teórico/prácticos:

- ~ Estos artículos combinan elementos tanto teóricos como prácticos. Por un lado, contribuyen con ideas novedosas, marcos conceptuales o modelos analíticos, y por otro, presentan evidencia empírica o aplicaciones concretas que respaldan o ilustran estos conceptos.
- ~ Buscan un equilibrio entre la generación de conocimiento teórico y su aplicabilidad en contextos prácticos. Esta combinación puede ser especialmente valiosa para informar la toma de decisiones basada en evidencia.

Los tipos de enfoques utilizados en artículos científicos varían dependiendo del área de investigación y el tema específico que se esté abordando:

1. Enfoque en política:

Al abordar temas relacionados con la política, los artículos científicos suelen utilizar un enfoque analítico y crítico. Se explora la relación entre políticas específicas, decisiones gubernamentales o impacto de regulaciones en la sociedad. Este enfoque a menudo incluye el análisis de datos cualitativos y cuantitativos para comprender mejor los efectos de las políticas en la población, la economía, el medio ambiente u otros aspectos relevantes. Los artículos científicos que siguen este enfoque suelen centrarse en el análisis de políticas públicas, gobierno, gobernanza y asuntos internacionales, entre otros temas relacionados con la política.

## 2. Enfoque en empresa/proceso:

Cuando se trata de temas empresariales o procesos organizacionales, los artículos científicos a menudo adoptan un enfoque empirista y de investigación aplicada. Se enfocan en la identificación y solución de problemas empresariales, la optimización de procesos, la gestión de recursos humanos, el análisis de cadenas de suministro, entre otros. Utilizan métodos como el estudio de casos, encuestas, experimentos controlados o análisis estadísticos para evaluar y proponer mejoras en la eficiencia, la productividad y la competitividad empresarial.

## 3. Enfoque en producto:

Al explorar temas relacionados con productos en artículos científicos, el enfoque suele ser tanto descriptivo como experimental. Los autores pueden describir características, funciones y ventajas comparativas de productos específicos, así como realizar pruebas comparativas, análisis de mercado, evaluación de usabilidad, entre otros. Este enfoque también puede implicar la investigación y desarrollo de nuevos productos, análisis de ciclo de vida, sostenibilidad, impacto ambiental, diseño centrado en el usuario y estudios de aceptación del mercado.

## 4. Enfoque al consumidor:

Los artículos científicos que se centran en los consumidores a menudo adoptan un enfoque interpretativo y de investigación cualitativa. Se enfocan en comprender el comportamiento del consumidor, las preferencias, las decisiones de compra, la lealtad a la marca, la percepción de valor, entre otros aspectos. Los métodos utilizados pueden incluir entrevistas en profundidad, grupos focales, observación participante, así como análisis cuantitativos para respaldar las conclusiones obtenidas de la investigación cualitativa.

A la muestra se les realizó la evaluación de calidad según los criterios adaptados de Morgan (2007), con la cual fueron sustituidos 14 artículos más. Finalmente, al revisar

cada artículo por separado, se obtuvo como resultado un total de 178 documentos relacionados concretamente con el tema de estudio y avalados según los criterios de calidad. La figura 2.3, muestra el proceso de selección descrito anteriormente, basado en el diagrama de flujo PRISMA.

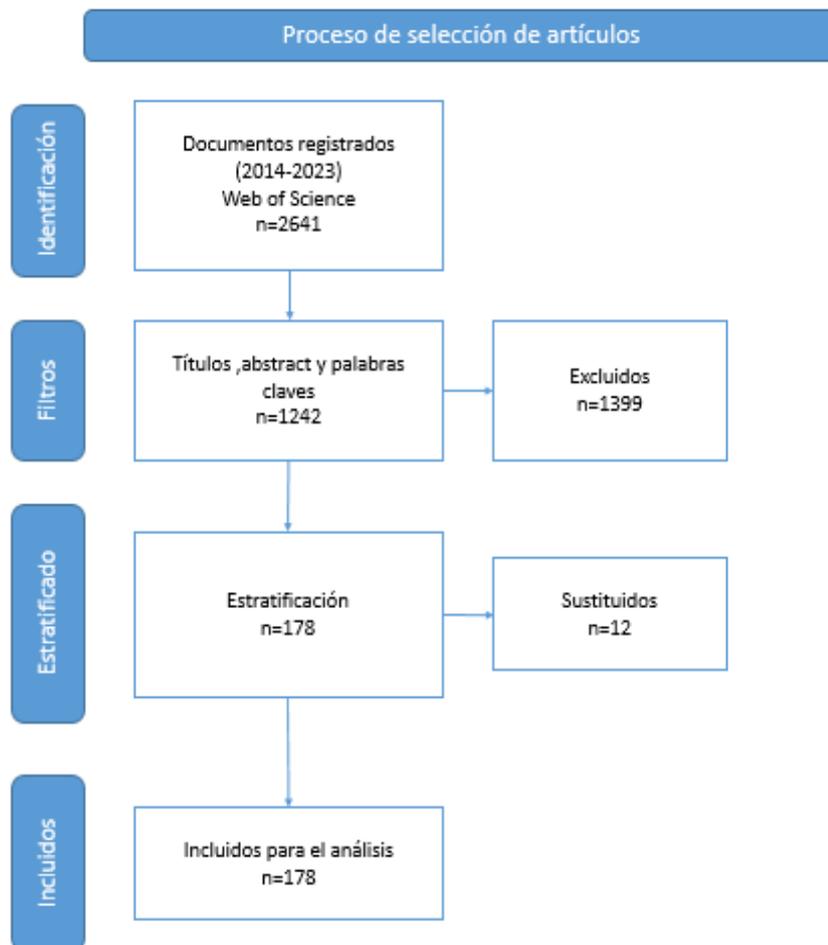


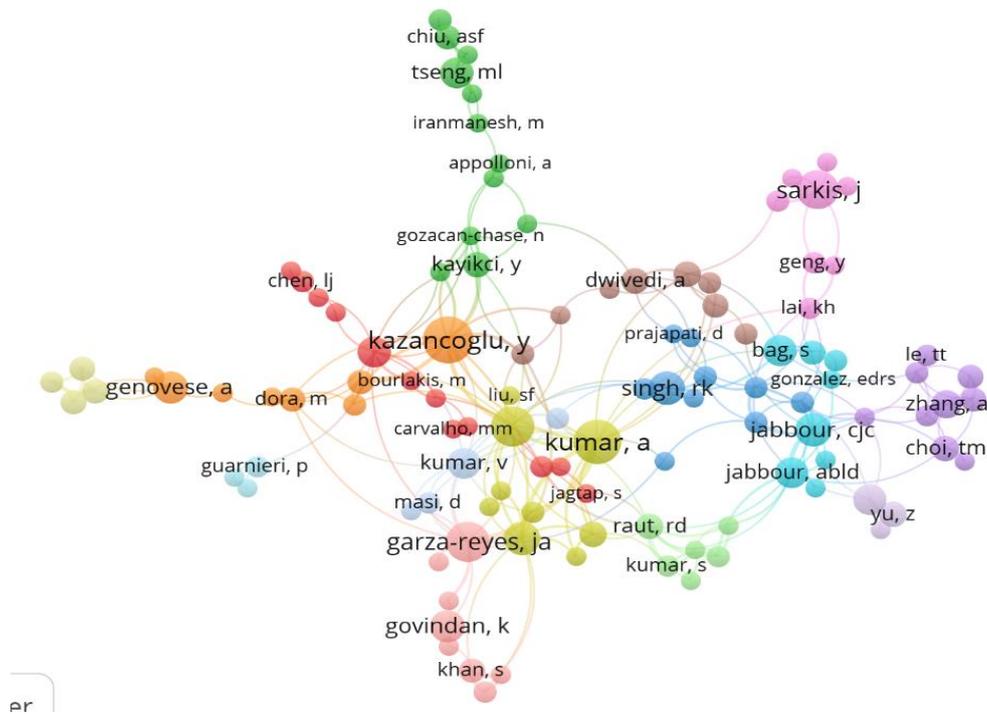
Figura 2.3. Proceso de selección de artículos basado en el diagrama de flujo Prisma

### 2.2.3 Fase 3. Análisis de los datos

En esta fase se llevarán a cabo las etapas siguientes: análisis de los datos extraídos de los estudios, dando respuestas a las preguntas de investigación definidas, la validación del estudio, y la etapa de discusión o reporte, donde se darán a conocer los resultados arrojados por la revisión sistemática de la literatura sobre circularidad en la cadena de suministros y sus principales limitaciones.



de cada entidad coautora. En la figura 2.5 se pueden observar los grupos de autores que evidencian mayor fortaleza, entre estos, se destacan autores de la talla de Yigit Kazancoglu, Kumar Aroumougam, y Jose Arturo Garza-Reyes, los cuales conforman los grupos más fuertes que investigan acerca de la economía circular en la cadena de suministro.



**Figura 2.5:** Red de coautoría de las investigaciones analizadas.

3. ¿Cuántas SLR se publicaron entre los documentos revisados?, y ¿cuántas de ellas tratan sobre el mismo tema?

Dentro del cúmulo de artículos seleccionados existen un total de 51 investigaciones que abordan una revisión sistemática de la literatura. Atendiendo a los grupos de análisis definidos anteriormente. El cluster de artículos que aborda en su gran mayoría las investigaciones relacionadas con los modelos de negocio es el que tiene una mayor representación de SLR con 27 artículos, así como también este tiene el conjunto de aportes teóricos más representativos de los cuatro clústeres, siendo de 82% aproximadamente. Esto es muy importante, pues permite compilar y sintetizar el conocimiento existente en esta área. En este ámbito las principales investigaciones se enfocan en la innovación, la estrategia, los modelos de negocio en mercados específicos (como la tecnología, la salud, el medio ambiente), análisis comparativos de diferentes modelos de negocio y el impacto de los modelos de negocio en el desempeño empresarial.

El clúster que abarca las investigaciones en materia de agricultura, gestión de residuos y energía cuenta con 12 artículos que desarrollan una SRL, donde se analizan fundamentalmente la gestión de residuos vinculados a la producción de alimentos y cosechas y los vinculados a los paneles fotovoltaicos. Los restantes clústeres cuentan cada uno con 6 artículos que abordan las SRL. En el clúster que se ha tomado como Big Data se analizan temas relacionados a la sostenibilidad y la responsabilidad social utilizando las nuevas tecnologías y se tocan temas de gestión de proveedores y de gobernanza utilizando las capacidades de análisis predictivo de big data en las mejoras de las prácticas de economía circular. Mientras que en el clúster que abarca la logística inversa se analizan fundamentalmente la industria alimentara.

4. ¿Cuál es el tipo de metodología que predomina en los documentos analizados?

Se utilizan diferentes metodologías para abordar preguntas de investigación y recopilar datos. Estas metodologías se dividen principalmente en tres tipos: cuantitativa, cualitativa y basada en herramientas matemáticas.

El predominio de la metodología cualitativa en todos los grupos de artículos, como se puede ver en la tabla 2.2, indica que los investigadores se centran en comprender a fondo las perspectivas, experiencias y contextos relacionados con la implementación de prácticas circulares en las cadenas de suministro. Esto implica que el énfasis está puesto en capturar la complejidad, los aspectos subjetivos y la diversidad de puntos de vista de los actores involucrados en la cadena de suministro circular, como proveedores, fabricantes, distribuidores, consumidores y otros agentes relevantes.

**Tabla: 2.2:** Estratificación de la muestra.

Grupo	Tipo de metodología		
	Cuantitativo	Cualitativo	Mixto
Modelos de negocio	2	41	6
Logística inversa	0	20	2
<i>Big data</i> e internet de las cosas	3	18	1
Agricultura, gestión de residuos y energía	0	20	1

La metodología cualitativa permite a los investigadores explorar a fondo temas como las percepciones, barreras, motivaciones, desafíos y enfoques innovadores relacionados con la economía circular en la cadena de suministro. Además, esta metodología puede ayudar a revelar factores contextuales, culturales y organizativos que influyen en la adopción de prácticas circulares. Esto sugiere un interés en comprender en detalle cómo

se aplican e integran los principios de la economía circular en la cadena de suministro, así como en identificar oportunidades para la mejora y la innovación desde una perspectiva holística. Además, este enfoque puede ser valioso para informar políticas, estrategias empresariales y acciones concretas destinadas a fomentar una mayor circularidad en la cadena de suministro.

5. ¿Cómo es el uso de las herramientas matemáticas en los documentos revisados?

Dentro de los artículos seleccionados solo tres utilizan herramientas matemáticas. El artículo *“A large multi-group decision-making technique for prioritizing the big data-driven circular economy practices in the automobile component manufacturing industry”* (Una gran técnica de toma de decisiones multigrupo para priorizar las prácticas de economía circular basadas en big data en la industria de fabricación de componentes de automóviles), presenta una técnica de toma de decisiones en grupos grandes para identificar y clasificar las mejores prácticas de economía circular basada en big data (BDDCE) en la industria de componentes automotrices.

Por su parte *“Industry 4.0 and circular economy: Operational excellence for sustainable reverse supply chain performance”* (Industria 4.0 y economía circular: Excelencia operativa para el rendimiento sostenible de la cadena de suministro inversa) desarrolla un estudio del modelo de refabricación donde se examina el equilibrio entre los retrasos en la puesta en marcha y la disponibilidad de transporte ecológico. Para obtener información general, el marco de diseño experimental de Taguchi se ha utilizado para el análisis. Sobre la base del análisis de las compensaciones entre los resultados ambientales y económicos, las conclusiones del documento sugieren combinaciones apropiadas de intercambio de información y normas de envío basadas en la familia. En resumen, se representa un modelo de decisión en tiempo real para el sistema de logística inversa sostenible.

*“Efficient production of n-caproate from syngas by a co-culture of Clostridium aceticum and Clostridium kluyveri”* (Producción eficiente de n -caproateato de singas por una co-cultura de Clostridium aceticum y Clostridium kluyveri). Este trabajo reporta, por primera vez, la idoneidad de una co-cultura de C. aceticum y C. kluyveri metabolizing syngas a pH casi neutro en bioreactores de tanque retorcido. Para ello, se realizaron estudios de bioreactor con suministro continuo de singas. Este enfoque es una alternativa sostenible para la bioproducción industrias (por ejemplo, industrias siderúrgicas) a temperatura ambiente y presión atmosférica, y con las relaciones flexibles de los compuestos gaseosos.

Como se puede apreciar no son muy utilizadas las herramientas matemáticas lo que constituye un dato curioso dado que las investigaciones que emplean metodologías de análisis matemático pueden proporcionar una comprensión más profunda de los flujos de materiales, la optimización de rutas, la gestión de inventarios y la minimización de residuos. Estas herramientas también son fundamentales para modelar y predecir el comportamiento de la cadena de suministro en un entorno circular.

Al utilizar herramientas matemáticas, es posible identificar patrones, tendencias y oportunidades de mejora con mayor precisión. Esto puede ayudar a las empresas a tomar decisiones más informadas sobre la forma de diseñar sus cadenas de suministro para maximizar la reutilización, el reciclaje y la minimización del impacto ambiental.

## Conclusiones

1. El estudio bibliográfico realizado para la construcción del Marco Teórico-Referencial de la investigación, confirma la existencia de una amplia base conceptual sobre la circularidad en las cadenas de suministro y sus diversas aplicaciones, así como sus características más importantes; además, abarca de forma concreta una serie de informaciones relacionadas con las revisiones sistemáticas de la literatura y la importancia de su uso en investigaciones científicas.
2. En la literatura consultada se identifica un grupo considerable de procedimientos para realizar revisiones sistemáticas de la literatura, cada uno orientado a los fines pretendidos por el autor que los desarrolla. En este sentido, la propuesta presentada por Lacerda y von Wangenheim (2018) se considera acertada para su utilización en la presente investigación dado que abarca, a grandes rasgos, los elementos a considerar en un estudio de este tipo, y presenta una metodología correctamente estructurada y de fácil comprensión.
3. La aplicación práctica del procedimiento para realizar la revisión sistemática de la literatura permitió identificar diferentes parámetros con el fin de evaluar los artículos seleccionados, entre estos destacan sin lugar a dudas los autores de mayor actividad y aporte, las áreas de aplicación de la economía circular en la cadena de suministros, el tipo de metodología que predomina; además, queda en evidencia que no son muy utilizadas las herramientas matemáticas dentro del tema en cuestión. Todo lo anterior permitió darle respuesta al problema de investigación planteado en el Trabajo de diploma.

## **Recomendaciones**

1. En cuanto a la realización de estudios bibliométricos, se recomienda extender la revisión a otras fuentes de información no consideradas en el estudio desarrollado, dígase: libros relacionados, tesis de maestrías y doctorados; además de utilizar otras bases de datos multidisciplinarias como “Emerald”, “SCOPUS” y “Science Direct”.
2. Con el objetivo de emitir criterios más precisos, con mejor calidad y de mayor peso científico, se propone aumentar el período de investigación a los últimos diez años, esto permitirá evaluar y comparar la evolución de los modelos de madurez.
3. Divulgar los resultados de la investigación a través de la participación en congresos y publicación de artículos científicos, como vía de contribución a la generalización de los resultados obtenidos.

## Bibliografía

- Arnau Sabatés, L., & Sala Roca, J. (2020). *La revisión de la literatura científica: pautas, procedimientos y criterios de calidad*.
- Berra, S. (2020). Fundamentos y Método de las Revisiones Sistemáticas. *Areté*, 20, 73–82.
- Blackman, K. C., Zoellner, J., Berrey, L. M., Alexander, R., Fanning, J., & Hill, J. L. (2013). *Assessing the internal and external validity of mobile health physical activity promotion interventions: a systematic literature review using the RE-AIM framework*. 15, e2745.
- Bolinger, M. T., Josefy, M. A., Stevenson, R., & Hitt, M. A. (2022). *Experiments in strategy research: A critical review and future research opportunities*. 48, 77–113.
- Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2016). *Systematic Approaches to a Successful Literature Review*, SAGE Publications.
- Boretto, J. (2012). *Gestores de referencias bibliográficas*. 77, 170.
- Brüggemann, P., & Rajguru, K. (2022). *Comprehensive Meta-Analysis (CMA) 3.0: a software review*. Springer.
- Butler, G., Deaton, S., Hodgkinson, J., Holmes, E., & Marshall, S. (2005). *Quick but not dirty: rapid evidence assessments as a decision support tool in social policy*.
- Candy, B., King, M., Jones, L., & Oliver, S. (2011). *Using qualitative synthesis to explore heterogeneity of complex interventions*. 11, 1–9.
- Codina, L. (2018). *Revisiones bibliográficas sistematizadas: procedimientos generales y Framework para ciencias humanas y sociales*.
- Cronin, P., Ryan, F., & Coughlan, M. (2008). *Undertaking a literature review: a step-by-step approach*. 17, 38–43.
- Daudt, H. M., van Mossel, C., & Scott, S. (2013). *Enhancing the scoping study methodology: a large, inter-professional team's experience with Arksey and O'Malley's framework*. 13, 1–9.
- de Almeida Biolchini, J. C., Gomes Mian, P., Cruz Natali, A. C., Uchôa Conte, T., Horta, & Travassos, G. (2007). *Scientific research ontology to support systematic review in software engineering*. 21, 133–151.
- de León Casillas, C. E., Bermonti Pérez, M., & Moreno Torres, M. A. (2020). *Guía metodológica para una Revisión de Literatura Sistemática*. 7.
- De Miguel, C., Martínez, K., Pereira, M., & Kohout, M. (2021). *Economía Circular en América Latina y el Caribe* (CEPAL). Naciones Unidas.
- Dixon Woods, M., Bonas, S., Booth, A., Jones, D. R., Miller, T., Sutton, A. J., Shaw, R. L., & Smith, J. A. y Young, B. (2006). *How can systematic reviews incorporate qualitative research? A critical perspective*. 6, 27–44.
- Espinosa Rodríguez, V., & Fernández Capote, Y. (2023). Proyecto de economía circular. Experiencias y buenas prácticas de sostenibilidad en la Empresa "CEPIL" de Ciego de Ávila. *Revista Cubana de Finanzas y Precios*, 7(1), 46–58.
- Espinoza, A. (2023). *Economía Circular: Una Aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible*. 25(49), 109–134.

- Fernandez Chinguel, J. E., Zafra Tanaka, J. H., Goicochea Lugo, S., Peralta, C. I., Taype, & Rondan, A. (2019). *Aspectos básicos sobre la lectura de revisiones sistemáticas y la interpretación de meta-análisis*. 36, 157–169.
- Ferreira González, I., Urrútia, G., & Alonso Coello, P. (2011). *Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación*. 64, 688–696.
- Franco, J. V. A., Arancibia, M., Simancas Racines, D., & Madrid, E. J. M. (2018). *Síntesis de información biomédica: revisiones narrativas, revisiones sistemáticas y estructuras emergentes*. 18.
- García Holgado, A., Marcos Pablos, S., & García Peñalvo, F. (2020). *Guidelines for performing systematic research projects reviews*.
- García Peñalvo, F. J. (2017). *Revisión sistemática de literatura en los Trabajos de Final de Máster y en las Tesis Doctorales*.
- García Peñalvo, F. J. (2021). *Revisiones sistemáticas y meta-análisis en Ciencias Sociales y Humanidades*.
- García Peñalvo, F. J. (2022). *Developing robust state-of-the-art reports: Systematic Literature Reviews*.
- Gelvis Salamanca, L. A., Osorio Caro, C. A., Riaño Casallas, M. I., & Rojas Berrio, S. (2021). *Lineamientos, estándares y normas editoriales de revisiones sistemáticas de la literatura en la administración*. *Entramado*. 17, 74–89.
- Glasgow, R. E., Vogt, T. M., & Boles, S. M. (1999). *Evaluating the public health impact of health promotion interventions: the RE-AIM framework*. 89, 1322–1327.
- Gough, D., Thomas, J., & Oliver, S. (2012). *Clarifying differences between review designs and methods*. 1, 1–9.
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). *A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies*. 26, 91–108.
- Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. J. (2006). *Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade*. 5, 101–117.
- Greenhalgh, T. (2019). *How to read a paper: the basics of evidence-based medicine and healthcare*, John Wiley & Sons.
- Greenhalgh, T., Wong, G., Westhorp, G., & Pawson, R. (2011). *Protocol-realist and metanarrative evidence synthesis: evolving standards (RAMESES)*. 11, 1–10.
- Grijalva, P., Real, K., & Gómez, R. (2019). *Herramientas Colaborativas para revisiones sistemáticas*. *Espacios*. 40, 9.
- Guirao Goris, S. (2015). *Utilidad y tipos de revisión de literatura*. 9, 0–0.
- Gyongyosi, L. e Imre, S. (2019). *A survey on quantum computing technology*. 31, 51–71.
- King, W. R., & He, J. (2005). *Understanding the role and methods of meta-analysis in IS research*. 16, 32.
- Kirchherr, J., Yang, N. H. N., Schulze-Spuntrup, F., Heerink, M. J., & Hartley, K. (2023). Conceptualizing the Circular Economy (Revisited): An Analysis of 221 Definitions. *RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING*, 194. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107001>

- Kitchenham, B. y Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*.
- Kitchenham, B., Brereton, O. P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. J. I. (2009). *Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review*. 51, 7–15.
- Lacerda, T. C., & von Wangenheim, C. G. (2018). *Systematic literature review of usability capability/maturity models*. *Computer Standards & Interfaces*. 55, 95–105.
- Manikas, K., & Hansen, K. M. (2013). *Software ecosystems—A systematic literature review*. 1294–1306.
- Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E., Claros, N., & Mincir, G. J. C. E. (2013). *Revisión sistemática de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas*. 91, 149–155.
- Marcos Pablos, S., & García Peñalvo, F. J. (2021). Emotional Intelligence in Robotics: A Scoping Review. *International Conference on Disruptive Technologies, Tech Ethics and Artificial Intelligence*. Springer, 66–75.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., & Stewart, L. A. (2015). *Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement*. 4, 1–9.
- Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018). *Revisión Sistemática: definición y nociones básicas*. *Implantología y rehabilitación oral*. 11, 184–186.
- Oxman, A. D., Cook, D. J., Guyatt, G. H., Bass, E., Brill Edwards, P., Browman, G. A., Detsky Farkouh, M., Ggerstein, H., & Haines, T. J. J. (1994). *Users' guides to the medical literature: VI. How to use an overview*. 272, 1367–1371.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). *Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas*. *Revista Española de Cardiología*. 74, 790–799.
- Paré, G., Trudel, M. C., Jaana, M., & Kitsiou, S. (2015). *Synthesizing information systems knowledge: A typology of literature reviews*. 52, 183–199.
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008). *Systematic mapping studies in software engineering*. *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE)*. 12, 1–10.
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2008). *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*, Wiley.
- Pluye, P., Gagnon, M. P., Griffiths, F., & Johnson Lafleur, J. (2009). *A scoring system for appraising mixed methods research, and concomitantly appraising qualitative, quantitative and mixed methods primary studies in mixed studies reviews*. 46, 529–546.
- Rhodes, L., Smith, K., Selwood, A., McNabb, P., Munday, R., Suda, S., Molenaar, S., & Hallegraef, G. (2011). Dinoflagellate *Vulcanodinium rugosum* identified as the causative organism of pinnatoxins in Australia, New Zealand and Japan. *Phycologia*, 50(6), 624–628. <https://doi.org/10.2216/11-19.1>
- Salinas, M. (2020). *Sobre las revisiones sistemáticas y narrativas de la literatura en Medicina*. 36, 26–32.

- Trinoskey, J., Brahmi, F. A., & Gall, C. J. (2009). *Zotero: A product review*. 6, 224–229.
- Verdejo, C., Tapia Benavente, L., Schuller Martínez, B., Vergara Merino, L., Peirano, V., M., & Silva Dreyer, A. J. M. (2021). *Lo que tienes que saber sobre las revisiones panorámicas*. 21, e8144.
- Veteska, J., Kursch, M., Svobodova, Z., Tureckiova, M., & Paulovcakova, L. (2022). *Longitudinal Co-teaching Projects: Scoping Review*. 35–53.
- Webster, J., & Watson, R. T. J. M. Q. (2002). *Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review*. xiii–xxiii.
- Whittemore, R., Chao, A., Jang, M., Mingos, K. E., Park, C. J. H., & Jung. (2014). *Methods for knowledge synthesis: an overview*. 43, 453–461.
- Whittemore, R., & Knafl, K. J. (2005). *The integrative review: updated methodology*. 52, 546–553.
- Zillmer, J. G. V., & Díaz Medina, B. A. (2018). . *Revisión Narrativa: elementos que la constituyen y sus potencialidades*. 8.

## Anexos

### Anexo 1. Principales definiciones encontradas en la literatura sobre las revisiones sistemáticas

Fuente	Definiciones
Kitchenham (2004); Velmovská (2014); Vera y Hernández (2014), referenciado en Rodríguez et al. (2015)	Una revisión sistemática se define como una manera de evaluar e interpretar toda la investigación disponible relevante respecto de un interrogante de investigación particular, en un área temática o fenómeno de interés.
Gisbert y Bonfill (2004), referenciado en García Peñalvo (2017)	Las revisiones sistemáticas son investigaciones científicas en sí mismas, con métodos prefigurados y un ensamblaje de los estudios originales, que sintetizan los resultados de estas revisiones sistemáticas de la literatura en los trabajos de final de máster y en las tesis doctorales
Kitchenham y Charters (2007)	Revisión sistemática de la literatura (también conocida como revisión sistemática); es una forma de estudio secundario que utiliza una metodología bien definida para identificar, analizar e interpretar toda la evidencia disponible relacionada con una pregunta de investigación específica de manera imparcial y (hasta cierto punto) repetible
Higgins y Green (2008); Eden et al. (2011); De Leon Casillas y Moreno Torres (2020), referenciado en de León Casillas, Bermonti Pérez y Moreno Torres (2020)	La SLR es la revisión de la literatura mediante un método transparente preestablecido. Por transparencia entienda-se como la potencial reproducibilidad de los métodos.
Sánchez Meca (2010) y Koretz y Lipman (2017)	Una revisión sistemática revisa la literatura científica sobre un tópico partiendo de una pregunta formulada con claridad y se utilizan métodos sistemáticos y explícitos para identificar, seleccionar y valorar críticamente investigaciones relevantes a dicha pregunta, así como recoger y analizar datos de los estudios incluidos en la revisión.
Arévalo Barea et al. (2010), referenciado en Grijalva et al. (2019)	La SLR es una herramienta que colabora con la interpretación de los significados que los individuos o grupos le asignan a un

	problema, cómo y por qué funcionan las opciones, y los puntos de vista y las experiencias de las partes interesadas relacionados con las opciones en particular
Ferreira González, Urrútia y Alonso Coello (2011)	Las SLR son investigaciones científicas en las que la unidad de análisis son los estudios originales primarios, a partir de los cuales se pretende contestar a una pregunta de investigación claramente formulada mediante un proceso sistemático y explícito.
Manterola et al. (2013) y Berra (2020)	Una revisión sistemática, es un artículo de síntesis de la evidencia disponible, en el que se realiza una revisión de aspectos cuantitativos y cualitativos de estudios originales. El propósito es contestar a una pregunta de investigación mediante un proceso sistemático y explícito para identificar, seleccionar y evaluar críticamente la investigación relevante.
Tebes et al. (2020)	La SLR es una estrategia de investigación destinada a obtener evidencia desde artículos científicos almacenados en repositorios digitales, la cual debe ser sistemática, reproducible y auditable para formular preguntas de investigación sobre un área temática o fenómeno de interés y para buscar, seleccionar, analizar y comunicar toda la investigación relevante, básica o aplicada, necesaria para responder a dichas preguntas.
García Peñalvo (2021)	Una SLR es un tipo de revisión de la literatura que recopila y analiza críticamente múltiples estudios o trabajos de investigación a través de un proceso sistemático.

## Anexo 2. Herramientas de apoyo al proceso de investigación

Herramienta	Tipo	Descripción
Mendeley	Gestor bibliográfico	Elaboración de citas bibliográficas, control de estudios agregados de manera manual, las búsquedas son de manera manual.
RefWorks	Gestor bibliográfico	Aplicación online de paga, con un periodo gratis de prueba de 30 días, gestor en línea de artículos y referencias.
JabRef	Gestor bibliográfico	Administración de artículos y referencias.
EndNote	Gestor bibliográfico	Aplicación online pagada, herramienta para administración y publicación de bibliografías
Zotero	Gestor bibliográfico	Software libre para gestionar citas bibliográficas. Permite almacenar, organizar, etiquetar y aplicar estilos a las referencias bibliográficas. Detecta automáticamente citas bibliográficas en páginas web.
MAVIS	Herramienta para Meta análisis	Meta-análisis según los modelos de efectos fijos y aleatorios. Trabaja con la d de Cohen, con el coeficiente de correlación y con modelos dicotómicos. Cuenta con distintas formas de estimar la heterogeneidad. Realiza análisis de moderadores
Comprehensive Meta-analysis	Herramienta para Meta análisis	Permite demostrar problemas conceptuales, como el impacto de las ponderaciones del estudio en el efecto combinado, las implicaciones de la heterogeneidad y los modelos de efectos fijos frente a efectos aleatorios.
Metafor	Herramienta para Meta análisis	Herramienta gratuita, especializado en meta-análisis para el entorno estadístico.
RevMan	Herramienta para revisión sistémica.	Sigue el proceso de la realización de una revisión sistemática. Se utiliza dentro de sus propias bases o repositorios científicos. Permite preparar y mantener revisiones sistemáticas en la comunidad Cochrane. Diseñado especialmente para la medicina, y resulta poco flexible para otros usos.
PRISMA	Herramienta para revisión sistémica.	Se puede utilizar para revisiones sistemáticas originales, revisiones sistemáticas actualizadas o continuamente

		actualizadas. Los ítems de PRISMA son relevantes para las revisiones sistemáticas de métodos mixtos (que incluyen estudios cuantitativos y cualitativos), pero también se deben consultar las guías de presentación y síntesis de datos cualitativos.
--	--	---

**Anexo 3.** Estudio sobre los tipos de revisiones de la literatura

<b>Objetivo principal</b>	<b>Tipos de revisiones de la literatura</b>	<b>Cronin (2008)</b>	<b>Grant (2009)</b>	<b>Whittemore et al. (2014)</b>	<b>Paré et al. (2015)</b>	<b>Booth et al. (2016)</b>
Resumen del conocimiento existente.	Revisión de literatura / revisión narrativa	X	X	X	X	
Revisión de mapeo de literatura	X	X				
Revisión panorámica	X	X				
Revisión rápida	X	X				
Revisión de alcance	X	X	X			
Revisión del estado de la cuestión	X	X				
Revisión descriptiva	X					
Agregación o integración de datos.	Revisión integrativa	X	X			
Meta-análisis	X	X	X	X	X	
Meta-síntesis	X					
Revisión de estudios mixtos / Revisión de métodos mixtos	X	X	X			
Revisión sistemática cualitativa / Síntesis de evidencias cualitativas	X	X	X	X	X	
Revisión paraguas	X	X	X	X		
Revisión RE-AIM	X					
Construcción de una explicación.	Revisión realista	X	X			
Revisión teórica	X					
Evaluación crítica de la literatura existente	Revisión crítica	X	X	X		

**Fuente:** Guirao Goris (2015) y García Peñalvo (2022).

**Anexo 4.** Criterios utilizados para evaluar la calidad

Parámetros	Niveles				
	0-Ausencia	1-Bajo	2-Medio	3-Alto	No es aplicable
Contribución	El artículo no presenta ninguna información para evaluar este criterio	El documento agrega poco al cuerpo de conocimiento o en esta área	La contribución al conocimiento es trivial en importancia y significado	Adición significativa al conocimiento actual; llena un importante vacío teórico	Este elemento no es aplicable para este papel
Teoría	El artículo no presenta ninguna información para evaluar este criterio	La revisión de la literatura es inadecuada; falla en motivar el estudio con implicaciones prácticas	La base teórica es aceptable; tener prácticas razonables para el estudio en cierta medida	Excelente revisión de la teoría previa; fuerte base teórica;	Este elemento no es aplicable para este papel
Metodología	El artículo no presenta ninguna información para evaluar este criterio	La idea de estudio está mal ejecutada; métodos cualitativos erróneos	Diseño de investigación justificado; la idea o estudio no está completamente ejecutada	El diseño de la investigación examina adecuadamente el argumento teórico	Este elemento no es aplicable para este papel
Análisis de datos	El artículo no presenta ninguna información para evaluar este criterio	Muestra de datos insuficiente; estadísticas insuficientes	Muestra de datos apropiada; estadísticas adecuadas, pero inadecuada explicación	Adecuada muestra de datos; los resultados de las estadísticas apoyan los elementos teóricos	Este elemento no es aplicable para este papel

## Anexo 5. Artículos analizados

Circular Economy Bussines Model

N o	Título	Autor	Año	Tipo de Aporte			Tipo de metodología			Metodología de análisis			Enfoque			
				Prácti co	Teóri co	Teóric o/Práct ico	Cuantit ativo	Cualit ativo	Mixt o	Conce ptual/ Revisi ón	Estrat egia	Matem ática/ Herra mienta	Políti ca	Empres a/Proce so	Prod ucto	Con sum idor
1	Understanding the impacts of the COVID-19 pandemic on sustainable agri-food system and agroecosystem decarbonization nexus: A review.PRODUCTION	Adelodun, B., Kareem, K. Y., Kumar, P., Kumar, V., Choi, K. S., Yadav, K. K., Yadav, A., El-Denglawey, A., Cabral-Pinto, M., Son, C. T., Krishnan, S., & Khan, N. A.	2021		x			x			x					x
2	Progress and trends in integrating Industry 4.0 within Circular Economy: A comprehensive literature review and future research propositions.	Agrawal, R., Wankhede, V. A., Kumar, A., Luthra, S., & Huisingsh, D.	2022		x			x			x		x			

3	Towards circular economy practices in food waste management: a retrospective overview and a research agenda.	Alonso-Munoz, S., Garcia-Muina, F. E., Medina-Salgado, M. S., & Gonzalez-Sanchez, R.	2022		x				x					x		
4	New Circular Networks in Resilient Supply Chains: An External Capital Perspective	Alonso-Munoz, S., Gonzalez-Sanchez, R., Siligardi, C., & Garcia-Muina, F. E.	2021		x				x					x		
xx	Supply chain collaboration for a circular economy - From transition to continuous improvement.	XX Berardi, P. C., & de Brito, R. P.	2021		x				x					x		
5	What's critical for closed-loop supply chain operations?- Findings from the Indian small and medium manufacturing enterprise	Bhatia, M. S., Srivastava, R. K., Jakhar, S. K., & Kumar, S	2022						x					x		
6	Towards Circular Economy in the Household Appliance Industry: An Overview of Cases	Bressanelli, G., Saccani, N., Perona, M., & Baccanelli, I.	2022				x	x						x		

7	European environment policy for the circular economy: Implications for business and industry stakeholders	Camilleri, M. A.	2022		x				x				x				
8	A methodological design framework for hydrogen and methane supply chain with special focus on Power-to-Gas systems: Application to Occitanie region, France.	8. Carrera, E., & Azzaro-Pantel, C.	2021		x				x				x				
9	The role of performance measurement in assessing the contribution of circular economy to the sustainability of a wine value chain.	9. Cavicchi, C., & Vagnoni, E.	2022										x				
10	EXPLORING THE CIRCULAR SUPPLY CHAIN TO REDUCE PLASTIC WASTE IN SINGAPORE.	10. Chen, Z. Y., & Tan, A.	2021		x				x				x				

11	Key Drivers for High-Grade Recycling under Constrained Conditions.	11. Cramer, J.	2018		x				x		x			x		
12	Forward and reverse logistics for circular economy in construction: A systematic literature review	12. Ding, L., Wang, T., & Chan, P.	2023		x				x			x			x	
13	Circular economy, the transition of an incumbent focal firm:How to successfully reconcile environmental and economic sustainability?	13. Gandolfo, A., & Lupi, L.	2021		x				x					x		
14	A Visualized Analysis of the Research Current Hotspots and Trends on Innovation Chain Based on the Knowledge Map	14. Gao, Y. R., Lin, R. H., & Lu, Y. H.	2022		x				x					x		
15	Circular economy strategies for mitigating critical material supply issues.	15. Gaustadg, G., Krystofik, M., Bustamante, M., & Badami, K.	2018		x				x					x		

16	Investigating Barriers Toward the Implementation of Circular Economy	16. Haleem, A., Khan, S., Pundir, H., Jain, A., Upadhyay, P., & Khan, M. I.	2021		x			x		x			x			
17	Connecting additive manufacturing to circular economy implementation strategies: Links, contingencies and causal loops.	17. Hettiarachchi, B. D., Brandenburg, M., & Seuring, S	2022		x			x		x			x			
18	Drivers and barriers of circular economy business models: Where we are now, and where we are heading.	18. Hina, M., Chauhan, C., Kaur, P., Kraus, S., & Dhir, A	2022		x			x				x				
19	The regenerative supply chain: a framework for developing circular economy indicators.	19. Howard, M., Hopkinson, P., & Miemczyk, J.	2019		x			x		x			x			
20	Quality of resources: A typology for supporting transitions towards resource efficiency using the single-use plastic bottle as an example.	20. Iacovidou, E., Velenturf, A. P. M., & Purnell, P.	2019				x			x			x			

21	Bioeconomy and Circular Economy in the European Food Retail Sector	21. Istudor, L. G., & Suciu, M. C	2020		x				x					x			
22	Life cycle assessment of emerging technologies on value recovery from hard disk drives	22. Jin, H. Y., Frost, K., Sousa, I., Ghaderi, H., Bevan, A., Zakotnik, M., & Handwerker, C.	2020	x					x					x			
23	Assessing smart circular supply chain readiness and maturity level of small and medium-sized enterprises	23. Kayikci, Y., Kazancoglu, Y., Gozacan-Chase, N., Lafci, C., & Batista, L.	2022														
24	Industry 4.0 and sustainable development: A systematic mapping of triple bottom line, Circular Economy and Sustainable Business Models perspectives	24. Khan, I. S., Ahmad, M. O., & Majava, J.	2022														
25	Green technology adoption paving the way toward sustainable performance in circular economy: a case of Pakistani	25. Khan, S. A. R., Ahmad, Z., Sheikh, A. A., & Yu, Z.	2023														

	small and medium enterprises															
26	Technological Innovation and Circular Economy Practices: Business Strategies to Mitigate the Effects of COVID-19.	26. Khan, S. A. R., Ponce, P., Tanveer, M., Aguirre-Padilla, N., Mahmood, H., & Shah, S. A. A.	2021	x				x		x				x		
27	Future business and the role of purchasing and supply management: Opportunities for 'business-not-as-usual' PSM research.	27. Knight, L., Tate, W., Carnovale, S., Bals, L., Caniato, F., Gualandris, J., Johnsen, T., Matopoulos, A., Meehan, J., Miemczyk, J., Patrucco, A. S., Schoenherr, T., Selviaridis, K., Touboulic, A., Wagner, S. M., & Di Mauro, C.	2022		x				x					x		
28	Evaluating the circular supply chain implementation barriers using Pythagorean fuzzy	28. Lahane, S., & Kant, R.	2021						x						x	
				x						x						

	AHP-DEMATEL approach															
29	How the reverse supply chain contributes to a firm's competitive strategy: a strategic alignment perspective	29. Larsen, S. B., Masi, D., Jacobsen, P., & Godsell, J.	2018		x								x			
30	Cheese whey recycling in the perspective of the circular economy: Modeling processes and the supply chain to design the involvement of the small and medium enterprises.	30. Lavelli, V., & Beccalli, M. P.	2022	x												x
31	Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool.	31. Leising, E., Quist, J., & Bocken, N.	2018													
32	Digital technologies and circular economy in supply chain management: in the era of COVID-19 pandemic.	32. Liu, J. H., Quddoos, M. U., Akhtar, M. H., Amin, M. S., Tariq, M., & Lamar, A.	2022													



38	Industry 4.0 model for integrated circular economy-reverse logistics network	38. Rajput, S., & Singh, S. P.	2022		x				x			x		x		
39	Understanding circular economy transitions: The case of circular textiles.	39. Reike, D., Hekkert, M. P., & Negro, S. O.	2023		x					x		x				x
40	When challenges impede the process For circular economy-driven sustainability practices in food supply chain	40. Sharma, Y. K., Mangla, S. K., Patil, P. P., & Liu, S. F.	2019		x				x		x			x		
41	Supply chain collaboration and sustainability performance in circular economy: A systematic literature review	41. Sudusinghe, J. I., & Seuring, S.	2022		x				x			x		x		
42	Achieving sustainable industrial ecosystems by design: A study of the ICT and electronics industry in Taiwan.	42. Suppipat, S., & Hu, A. H.	2022						x							x

43	An investigation into circular economy practices in the traditional wooden furniture industry.	43. Susanty, A., Tjahjono, B., & Sulistyani, R. E	2020		x			x			x			x		
44	Value Creation in Circular Business Models: The case of a US small medium enterprise in the building sector.	44. Unal, E., Urbinati, A., Chiaroni, D., & Manzini, R.	2019		x			x		x				x		
45	The future of industry 4.0 and the circular economy in Chinese supply chain: In the Era of post-COVID-19 pandemic	45. Wang, D. F., Ponce, P., Yu, Z., Ponce, K., & Tanveer, M.	2022		x			x			x			x		
46	Information brokerage for circular economy in the construction industry: A systematic literature review.	46. Wijewickrama, M., Rameezdeen, R., & Chileshe, N.	2021		x			x			x					x
47	Demystifying corporate inertia towards transition to circular economy: A management frame of reference	47. Yamoah, F. A., Sivarajah, U., Mahroof, K., & Pena, I. G.	2022		x			x						x		

48	Multi-dimensional circular supply chain management: A comparative review of the state-of-the-art practices and research	48. Zhang, A., Wang, J. X., Farooque, M., Wang, Y. L., & Choi, T. M.	2022		x				x		x				x			
49	A hybrid fuzzy MCDM approach for prioritizing the solutions of resource recovery business model adoption to overcome its barriers in emerging economies	49. Zolfani, S. H., Gorener, A., & Toker, K.	2023		x				x				x		x			

Big data and Internet

N o	Título	Autor	Año	Tipo de Aporte			Tipo de metodología			Metodología de análisis			Enfoque			
				Prácti co	Teóri co	Teóric o/Práct ico	Cuantit ativo	Cualit ativo	Mixt o	Conce ptual/ Revisi ón	Estrat egia	Matem ática/ Herra mienta	Políti ca	Empres a/Proce so	Prod ucto	Con sum idor
1	Framework development and evaluation of Industry 4.0 technological aspects towards improving the circular economy-based supply chain.	Agarwal, S., Tyagi, M., & Garg, R. K.	2022		x			x		x				x		
2	Progress and trends in integrating Industry 4.0 within Circular Economy: A comprehensive literature review and future research propositions.	Agrawal, R., Wankhede, V. A., Kumar, A., Luthra, S., & Huisingh, D.	2022		x			x			x			x		

3	Effect of eco-innovation on green supply chain management, circular economy capability, and performance of small and medium enterprises.	Bag, S., Dhamija, P., Bryde, D. J., & Singh, R. K. (2022).	2022		x		x			x				x		
4	Unleashing the circular economy in the electric vehicle battery supply chain: A case study on data sharing and blockchain potential	da Silva, E. R., Lohmer, J., Rohla, M., & Angelis, J.	2023			x		x			x					x
5	Industry 4.0 and circular economy: Operational excellence for sustainable reverse supply chain performance.	Dev, N. K., Shankar, R., & Qaiser, F. H.	2020	x			x					x		x		
6	Applications of Industry 4.0 digital technologies towards a construction circular economy: gap	Elghaish, F., Matarneh, S. T., Edwards, D. J., Rahimian, F. P.,	2022		x			x			x			x		

	analysis and conceptual framework	El-Gohary, H., & Ejohwomu, O.														
7	Industry 4.0, cleaner production and circular economy: An integrative framework for evaluating ethical and sustainable business performance of manufacturing organizations	Gupta, H., Kumar, A., & Wasan, P.	2021	x			x				x		x			
8	Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations	8. Jabbour, A., Jabbour, C. J. C., Godinho, M., & Roubaud, D	2018	x			x				x		x			
9	A large multi-group decision-making technique for prioritizing the big data-driven circular economy practices in the automobile	9. Kamble, S. S., Belhadi, A., Gunasekaran, A., Ganapathy, L., & Verma, S	2021	x			x						x			x

	component manufacturing industr																
10	). Industry 4.0 and circular economy practices: A new era business strategies for environmental sustainability	10. Khan, S. A. R., Razzaq, A., Yu, Z., & Miller, S.	2021		x				x		x				x		
11	Cheese whey recycling in the perspective of the circular economy: Modeling processes and the supply chain to design the involvement of the small and medium enterprises.	11. Lavelli, V., & Beccalli, M. P	2022	x					x			x					x
12	Leveraging digital capabilities toward a circular economy: Reinforcing sustainable supply chain management with Industry 4.0 technologies	12. Liu, L. D., Song, W. Y., & Liu, Y.	2023	x			x			x					x		

13	Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context A business model proposal	Nascimento, D. L. M., Alencastro, V., Quelhas, O. L. G., Caiado, R. G. G., Garza-Reyes, J. A., Lona, L. R., & Tortorella, G	2019		x			x		x			x		
14	How can Industry 4.0 technologies and circular economy help companies and researchers collaborate and accelerate the transition to strong sustainability? A bibliometric review and a systematic literature review	Neto, G. C. D., Silva, A. D., & Filho, M. G	2023		x			x		x			x		
15	). Big data-Industry 4.0 readiness factors for sustainable supply chain management: Towards circularity	15. Patil, A., Dwivedi, A., Moktadir, M. A., & Lakshay	2023		x			x		x			x		

16	The Nexus of Industry 4.0 and Circular Procurement: A Systematic Literature Review and Research Agenda.	16. Rejeb, A., & Appolloni, A.	2022	x				x		x				x		
17	Opening the black box of big data sustainable value creation: the mediating role of supply chain management capabilities and circular economy practices	17. Riggs, R., Roldan, J. L., Real, J. C., & Felipe, C. M.	2023	x				x		x				x		
18	Responsible governance mechanisms and the role of suppliers' ambidexterity and big data predictive analytics capabilities in circular economy practices improvements	18. Stekelorum, R., Laguir, I., Lai, K. H., Gupta, S., & Kumar, A.	2021	x						x				x		

19	Circular supply chains in the era of industry 4.0: A systematic literature review	19. Taddei, E., Sassanelli, C., Rosa, P., & Terzi, S	2022		x				x					x		
20	Blockchain technology and the circular economy: Implications for sustainability and social responsibility	20. Upadhyay, A., Mukhuty, S., Kumar, V., & Kazancoglu, Y.	2021		x				x					x		
21	The future of industry 4.0 and the circular economy in Chinese supply chain: In the Era of post-COVID-19 pandemic.	21. Wang, D. F., Ponce, P., Yu, Z., Ponce, K., & Tanveer, M.	2022				x		x					x		
22	Waste Management 4.0: An Application of a Machine Learning Model to Identify and Measure Household Waste Contamination-A Case Study in Australia.	22. Zaman, A	2022		x				x				x			x

Reverse Logistics

N o	Título	Autor	Año	Tipo de Aporte			Tipo de metodología			Metodología de análisis			Enfoque			
				Prácti co	Teóri co	Teóric o/Práct ico	Cuantit ativo	Cualit ativo	Mixt o	Conce ptual/ Revisi ón	Estrat egia	Matem ática/ Herra mienta	Políti ca	Empres a/Proce so	Prod ucto	Con sum idor
1	Achieving sustainability in food manufacturing operations and their supply chains: Key insights from a systematic literature review	Adams, D., Donovan, J., & Toppo, C.	2021		x			x		x			x			
2	Sustainable agrifood supply chains: Bibliometric, network and content analyses. SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT	Agnusdei, G. P., & Coluccia, B.	2022		x			x			x		x			
3	Modelling reverse supply chain through system dynamics for realizing the transition towards the circular	Alamerew, Y. A., & Brissaud, D.	2020		x				x		x			x		

	economy: A case study on electric vehicle batteries.															
4	A Circular Economy for the Data Centre Industry: Using Design Methods to Address the Challenge of Whole System Sustainability in a Unique Industrial Sector	Andrews, D., Newton, E. J., Adibi, N., Chenadec, J., & Bienge, K.	2021		x				x	x			x			
5	How circular economy transforms business models in a transition towards circular ecosystem: the barriers and incentives. SUSTAINABLE PRODUCTION AND CONSUMPTION	Asgari, A., & Asgari, R.	2021		x			x		x			x			
6	Consumers' Perspective on Circular Economy	Borrello, M., Caracciolo, F., Lombardi, A.,	2017			x			x		x					x

	Strategy for Reducing Food Waste.	Pascucci, S., & Cembalo, L														
7	One Framework to Rule Them All: An Integrated, Multi-level and Scalable Performance Measurement Framework of Sustainability, Circular Economy and Industrial Symbiosis	Cagno, E., Negri, M., Neri, A., & Giambone, M.	2023		x				x						x	
8	The adoption of circular economy practices in supply chains-An assessment of European Multi-National Enterprises. JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION, 312, Article 127616.	Calzolari, T., Genovese, A., & Brint, A	2021		x				x						x	

9	Material and decision flows in non-domestic building fit-outs. JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	Casas-Arredondo, M., Croxford, B., & Domenech, T.	2018	x				x		x			x			
10	Mineral Resource Governance in the 21st Century and a sustainable European Union.	Christmann, P.	2021	x				x				x				
11	Incorporating Consumer Insights into the UK Food Packaging Supply Chain in the Transition to a Circular Economy	Clark, N., Trimmingham, R., & Wilson, G. T.	2020	x				x		x						x
12	Industry 4.0 and circular economy: Operational excellence for sustainable reverse supply chain performance	Dev, N. K., Shankar, R., & Qaiser, F. H.	2020	x				x		x						x

13	Forward and reverse logistics for circular economy in construction: A systematic literature review	Ding, L., Wang, T., & Chan, P. W.	2023		x				x		x			x		
14	Circular supply chain management: Performance outcomes and the role of eco-industrial parks in China	Farooque, M., Zhang, A. B. H., Liu, Y. P., & Hartley, J. L.	2022		x				x			x		x		
15	Sustainable reverse supply chains and circular economy in multichannel retail returns	Frei, R., Jack, L., & Krzyzaniak, S. A.	2020		x				x		x			x		
16	The use of decision support tools to accelerate the development of circular economic business models for hard disk drives and rare-earth magnets.	Frost, K., Jin, H. Y., Olson, W., Schaffer, M., Spencer, G., & Handwerker, C.	2020				x			x			x			x
17	Circular economy, the transition of an incumbent focal	Gandolfo, A., & Lupi, L.	2021		x				x		x			x		

	firm: How to successfully reconcile environmental and economic sustainability?															
18	A Visualized Analysis of the Research Current Hotspots and Trends on Innovation Chain Based on the Knowledge Map	Gao, Y. R., Lin, R. H., & Lu, Y. H.	2022		x				x					x		
19	An end-to-end Internet of Things solution for Reverse Supply Chain Management in Industry 4.0.	Garrido-Hidalgo, C., Olivares, T., Ramirez, F. J., & Roda-Sanchez, L.	2019		x				x						x	
20	End-of-life solar photovoltaic e-waste assessment in India: a step towards a circular economy	Gautam, A., Shankar, R., & Vrat, P.	2021		x				x					x		



	does it affect their circularity?															
26	Transition to electric vehicles in China: Implications for private motorization rate and battery market	Hsieh, I. Y. L., Pan, M. S., & Green, W. H.	2020	x				x		x				x		
27	Resilience assessment of tunnels: Framework and application for tunnels in alluvial deposits exposed to seismic hazard	Huang, Z. K., Zhang, D. M., Pitolakis, K., Tsinidis, G., Huang, H. W., Zhang, D. M., & Argyroudis, S.	2022	x						x			x			x
28	Supplier selection in closed loop pharma supply chain: a novel BWM-GAIA framework	Ishizaka, A., Khan, S. A., Kheybari, S., & Zaman, S. I	2023	x						x						x
29	The first mile problem in the circular economy supply chains- Collecting recyclable textiles from consumers	29. Jaamaa, L., & Kaipia, R.	2022							x						x



	an understandable measure of the environmental cost of anchovy consumption.	Vazquez-Rowe, I., Avadi, A., Fullana, P., Bala, A., Gazulla, C., Irabien, A., & Aldaco, R.														
35	Contracting green product supply chains considering marketing efforts in the circular economy era.	Li, G., Wu, H. M., Sethi, S. P., & Zhang, X.	2021		x				x							x
36	Designing a closed-loop supply chain network for citrus fruits crates considering environmental and economic issues.	Liao, Y., Kaviyani-Charati, M., Hajiaghaei-Keshteli, M., & Diabat, A.	2020		x				x							x
37	Development of heterogeneous equilibrium model for lithium solvent extraction using organophosphinic acid	Lu, J. N., Stevens, G. W., & Mumford, K. A.	2021						x							x

38	Overcoming barriers to cross-sector collaboration in circular supply chain management: a multi-method approach	Luthra, S., Sharma, M., Kumar, A., Joshi, S., Collins, E., & Mangla, S.	2022		x				x		x			x		
39	The Role of Reverse Logistics in the Transition to a Circular Economy: Case Study of Automotive Spare Parts Logistics.	Makarova, I., Shubenkova, K., Buyvol, P., Shepelev, V., & Gritsenko, A.	2021		x				x			x		x		
40	Application of blockchain technology for sustainability development in agricultural supply chain: justification framework.	Mukherjee, A. A., Singh, R. K., Mishra, R., & Bag, S.	2022		x				x		x			x		
41	Comparing linear and circular supply chains: A case study from the construction industry	Nasir, M. H. A., Genovese, A., Acquaye, A. A., Koh, S. C. L., & Yamoah, F.	2017		x				x			x			x	

42	An assessment of circular economy interventions in the peach canning industry.	Paraskevopoulou, C., Vlachos, D., Bechtsis, D., & Tsolakis, N.	2022		x			x		x			x			
43	RFID-integrated blockchain-driven circular supply chain management: A system architecture for B2B tea industry	Paul, T., Islam, N., Mondal, S., & Rakshit, S.	2022		x					x					x	
44	Uncertainty factors, methods, and solutions of closed-loop supply chain - A review for current situation and future prospects.	44. Peng, H., Shen, N., Liao, H. L., Xue, H. Q., & Wang, Q. W.	2020		x					x					x	
45	Designing for circularity: sustainable pathways for Australian fashion small to medium enterprises	45. Piller, L. W.	2023		x					x					x	

46	Interval Type-2 Fuzzy Super SBM Network DEA for Assessing Sustainability Performance of Third-Party Logistics Service Providers Considering Circular Economy Strategies in the Era of Industry 4.0	Pishdar, M., Shakib, M. D., Antucheviciene, J., & Vilkonis, A	2021		x				x			x		x		
47	Enhancing circularity in the car sharing industry: Reverse supply chain network design optimisation for reusable car frames	Rentizelas, A., & Trivyza, N. L.	2022		x				x			x			x	
48	Plastic waste recycling: existing Indian scenario and future opportunities	Shanker, R., Khan, D., Hossain, R., Islam, M. T., Locock, K., Ghose, A., Sahajwalla, V.,	2023		x				x			x			x	

		Schandl, H., & Dhodapkar, R.														
49	Product line design and quality differentiation for green and non-green products in a supply chain	Shen, B., Cao, Y. F., & Xu, X. Y.	2020		x			x		x			x			
50	Multilevel environmental assessment of the anaerobic treatment of dairy processing effluents in the context of circular economy	Stanchev, P., Vasilaki, V., Egas, D., Colon, J., Ponsa, S., & Katsou, E.	2020		x				x		x				x	
51	Designing reverse supply networks for carbon fibres: Enabling cross-sectoral circular economy pathways	Trivyza, N. L., Rentizelas, A., Oswald, S., & Siegl, S.	2022		x			x			x				x	
52	Reverse flows within the pharmaceutical supply chain: A classificatory review	Viegas, C. V., Bond, A., Vaz, C. R., & Bertolo, R. J.	2019		x			x		x			x			

	from the perspective of end-of-use and end-of-life medicines.															
53	Green Packaging from Consumer and Business Perspectives.	53. Wandosell, G., Parra-Merono, M. C., Alcayde, A., & Banos, R.	2021		x				x					x		
54	Data driven supplier selection as a circular economy enabler: A Taguchi capability index for manufactured products with asymmetric tolerances.	Wang, C. H., Ali, M. H., Chen, K. S., Negash, Y. T., Tseng, M. L., & Tan, R. R.	2021		x				x							x
55	A systematic review of the critical success factors for implementing circular economy in construction projects	Wuni, I. Y.	2023		x				x							x
56	Emerging anthropogenic circularity science:	Zeng, X. L., & Li, J. H.	2021		x				x							x

Principles, practices, and challenges.																	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Agricultural, Waste management and Energy

N o	Título	Autor	Año	Tipo de Aporte			Tipo de metodología			Metodología de análisis			Enfoque				
				Prácti co	Teóri co	Teóric o/Práct ico	Cuantit ativo	Cualit ativo	Mixt o	Conce ptual/ Revisi ón	Estrat egia	Matem ática/ Herra mienta	Políti ca	Empres a/Proce so	Prod ucto	Con sum idor	
1	Sustainability trends and gaps in the textile, apparel and fashion industries	Abbate, S., Centobelli, P., Cerchione, R., Nadeem, S. P., & Riccio, E.	2023		x			x			x			x			
2	Protein and sustainability - the potential of insects.	Aiking, H., & de Boer, J.	2019		x			x			x		x				



	sustainable measures for food waste prevention and management	Manfredi, S., & Sala, S.														
8	Management of Plastic Waste and a Circular Economy at the End of the Supply Chain: A Systematic Literature Review	da Silva, L. F., Resnitzkyd, M. H. C., Gonzalez, E. D. S., Conti, D. D., & da Costa, P. R.	2022		x			x		x			x			
9	Effect of circular economy for waste nullification under a sustainable supply chain management	Debnath, A., & Sarkar, B.	2023		x			x		x			x			
10	Forward and reverse logistics for circular economy in construction: A systematic literature review	Ding, L., Wang, T., & Chan, P. W.	2023		x			x		x			x			
11	Servitization and sustainability actions. Evidence from European manufacturing companies	Doni, F., Corvino, A., & Martini, S. B.	2019		x			x			x				x	x

12	Collaboration in a circular economy learning from the farmers to reduce food waste.	Dora, M.	2020		x				x					x				
13	Life cycle assessment of a circular, urban mushroom farm.	Dorr, E., Koegler, M., Gabrielle, B., & Aubry, C.	2021		x				x					x				
14	How effective is the construction sector in promoting the circular economy in Brazil and France? : A waste input-output analysis	Doussoulin, J. P., & Bittencourt, M.	2022		x				x					x				
15	Circular economy for phosphorus supply chain and its impact on social sustainable development goals.	El Wali, M., Golroudbary, S. R., & Kraslawski, A.	2021		x				x								x	
16	Applications of Industry 4.0 digital technologies towards a construction circular economy: gap	Elghaish, F., Matarneh, S. T., Edwards, D. J., Rahimian, F. P., El-Gohary, H., & Ejohwomu, O.	2022		x				x									x

	analysis and conceptual framework															
17	Closing the Loop in Photovoltaic Solar and Wind Power Supply Chains: An investigation in Turkey through Neutrosphopic-DELPHI-based Force Field Analysis and Neutrosphopic-DEMATEL	Erol, I., Peker, I., Turan, I., & Benli, T.	2022		x				x		x				x	
18	Natural leaf-type as food packaging material for traditional food in Nigeria: sustainability aspects and theoretical circular economy solutions	Ezeudu, O. B., Agunwamba, J. C., Ezeudu, T. S., Ugochukwu, U. C., & Ezeasor, I. C.	2021		x				x		x				x	
19	Fostering Awareness on Environmentally Sustainable Technological Solutions for the	Fernandez, C. M., Alves, J., Gaspar, P. D., & Lima, T. M.	2021		x				x		x				x	

	Post-Harvest Food Supply Chain.															
20	Efficient production of n-caproate from syngas by a co-culture of Clostridium aceticum and Clostridium kluyveri	Fernandez-Blanco, C., Veiga, M. C., & Kennes, C. (	2022		x			x				x		x		
21	Waste-to-energy supply chain management on circular economy capability: An empirical study	Fernando, Y., Tseng, M. L., Aziz, N., Ikhsan, R. B., & Wahyuni, T.	2022		x			x		x			x			
22	The use of decision support tools to accelerate the development of circular economic business models for hard disk drives and rare-earth magnets.	Frost, K., Jin, H. Y., Olson, W., Schaffer, M., Spencer, G., & Handwerker, C.	2020			x				x			x			x
23	Development and Piloting of Sustainability Assessment Metrics	Husgafvel, R., Poikela, K., Honkatukia, J., & Dahl, O.	2017			x			x			x			x	

	for Arctic Process Industry in Finland- The Biorefinery Investment and Slag Processing Service Cases.															
24	Recycling Perspectives of Circular Business Models: A Review.	Islam, M. T., Iyer-Raniga, U., & Trewick, S.	2022		x			x		x			x			
25	Circular Economy and Waste in the Fashion Industry. LAWS, 8(4)	25. Jacometti, V.	2019		x			x				x			x	
26	Advancing the circular economy through information sharing: A systematic literature review	Jager-Roschko, M., & Petersen, M.	2022		x			x		x			x			
27	Life cycle assessment of emerging technologies on value recovery from hard disk drives	Jin, H. Y., Frost, K., Sousa, I., Ghaderi, H., Bevan, A., Zakotnik, M., & Handwerker, C.	2020		x			x		x			x			

28	Exploring the green waste management problem in food supply chains: A circular economy context	Kharola, S., Ram, M., Mangla, S. K., Goyal, N., Nautiyal, O. P., Pant, D., & Kazancoglu, Y.	2022		x			x		x			x			
29	A circular economy framework for plastics: A semi-systematic review.	King, S., & Locock, K. E. S.	2022		x				x		x		x			
30	Barriers for adoption of Industry 4.0 in sustainable food supply chain: a circular economy perspective	Kumar, A., Mangla, S. K., & Kumar, P.	2022		x			x		x			x			
31	Resources Optimization and Sustainable Waste Management in Construction Chain in Italy: Toward a Resource Efficiency Plan	Luciano, A., Reale, P., Cutaia, L., Carletti, R., Pentassuglia, R., Elmo, G., & Mancini, G.	2020		x			x			x		x			
32	Characteristics of decision process towards circular	Lugo, S. D. R., Kimita, K., & Nishino, N.	2023		x			x		x			x			

	food economy: A review.															
33	A Conceptual Framework to Analyze Food Loss and Waste within Food Supply Chains: An Operations Management Perspective	Luo, N., Olsen, T. L., & Liu, Y. P.	2021		x			x			x		x			
34	Multi-levels of photovoltaic waste management: A holistic framework.	Mahmoudi, S., Huda, N., & Behnia, M.	2021			x			x		x			x		
35	A roadmap towards a circular and sustainable bioeconomy through waste valorization	Maina, S., Kachrimanidou, V., & Koutinas, A.	2017		x			x		x				x		
36	Impact of information hiding on circular food supply chains in business-to-business context	Mangla, S. K., Boruhan, G., Ersoy, P., Kazancoglu, Y., & Song, M. L.	2021		x			x			x		x			

37	A review of reverse logistics and closed-loop supply chains in the perspective of circular economy	Mishra, A., Dutta, P., Jayasankar, S., Jain, P., & Mathiyazhagan, K.	2023		x			x			x		x		
38	Value creation from circular economy-led closed loop supply chains: a case study of fast-moving consumer goods	Mishra, J. L., Hopkinson, P. G., & Tidridge, G.	2018		x			x			x		x		
39	Critical success factors for a circular economy: Implications for business strategy and the environment	Moktadir, M. A., Kumar, A., Ali, S. M., Paul, S. K., Sultana, R., & Rezaei, J.	2020		x			x		x			x		
40	PVCUPCYCLING - CIRCULAR ECONOMY AND ZERO WASTE: "UPCYCLING" WASTE FROM ELECTRICAL SYSTEMS	Nava, C.	2020		x			x		x			x		

41	A systematic review on sustainability assessment of electric vehicles: Knowledge gaps and future perspectives	Onat, N. C., & Kucukvar, M.	2022		x			x			x		x			
42	Evaluating the circular economy-based big data analytics capabilities of circular agri-food supply chains: the context of Turkey	Percin, S.	2022		x			x			x		x			
43	Multi-Actor Governance for a Circular Economy in the Agri-Food Sector: Bio-Districts	Poponi, S., Arcese, G., Mosconi, E. M., Pacchera, F., Martucci, O., & Elmo, G. C.	2021		x			x		x					x	
44	Value optimisation for the agri-food sector: A circular economy approach.	Poponi, S., Arcese, G., Ruggieri, A., & Pacchera, F.	2022		x			x		x			x			
45	The socio-economic force field of the creation of short	Popp, J., Olah, J., Kiss, A., Temesi, A.,	2019		x			x			x		x			

	food supply chains in Europe.	Fogarassy, C., & Lakner, Z.														
46	Sustainable Agro-Food Supply Chain in E-Commerce: Towards the Circular Economy	Prajapati, D., Zhou, F. L., Dwivedi, A., Singh, T., Lakshay, L., & Pratap, S.	2022		x			x			x			x		
47	Circular economy under the impact of IT tools: a content-based review.	Rizvi, S. W. H., Agrawal, S., & Murtaza, Q.	2021		x			x		x			x			
48	Measuring circularity: an application of modified Material Circularity Indicator to agricultural systems	Rocchi, L., Paolotti, L., Cortina, C., Fagioli, F. F., & Boggia, A.	2021		x			x			x			x		
49	Effects of feeding a pine-based biochar to beef cattle on subsequent manure nutrients, organic matter composition and greenhouse gas emissions	Romero, C. M., Redman, A., Owens, J., Terry, S. A., Ribeiro, G. O., Gorzelak, M. A., Oldenburg, T. B. P., Hazendonk, P.,	2022			x				x	x				x	x

		Larney, F. J., Hao, X. Y., Okine, E., & McAllister, T. A.														
50	A waste generation input output analysis: The case of Spain.	Ruiz-Penalver, S. M., Rodriguez, M., & Camacho, J. A.	2021		x			x			x		x			
51	Perspectives on "Game Changer" Global Challenges for Sustainable 21st Century: Plant-Based Diet, Unavoidable Food Waste Biorefining, and Circular Economy.	Sadhukhan, J., Dugmore, T. I. J., Matharu, A., Martinez-Hernandez, E., Aburto, J., Rahman, P., & Lynch, J.	2020		x			x		x			x			
52	Turning black to green: Circular economy of industrial carbon emissions.	Sankaran, K.	2023		x			x		x			x			
53	Leveraging blockchain technology for circularity in agricultural supply	Sharma, R., Samad, T. A., Jabbour, C. J. C., & de Queiroz, M. J.	2021		x			x			x			x		

	chains: evidence from a fast-growing economy															
54	Biocatalysis and biomass conversion: enabling a circular economy	Sheldon, R. A.	2020		x			x			x			x		
55	Agri-Food By-Products in Cancer: New Targets and Strategies.	Sorrentino, C., Di Gisi, M., Gentile, G., Licitra, F., D'Angiolo, R., Giovannelli, P., Migliaccio, A., Castoria, G., & Di Donato, M.	2022		x			x		x				x		
56	Lower pork consumption and technological change in feed production can reduce the pork supply chain environmental footprint in China	Tong, B. X., Zhang, L., Hou, Y., Oenema, O., Long, W. T., Velthof, G., Ma, W. Q., & Zhang, F. S.	2023		x			x		x					x	
57	Overcoming Technical and Market Barriers to	Veldkamp, T., Meijer, N., Alleweldt, F.,	2022		x			x			x				x	

	Enable Sustainable Large-Scale Production and Consumption of Insect Proteins in Europe: A SUSINCHAIN Perspective	Deruytter, D., Van Campenhout, L., Gasco, L., Roos, N., Smetana, S., Fernandes, A., & Van der Fels-Klerx, H. J.														
58	Implications for sustainability in supply chain management and the circular economy using machine learning model	Wang, D. L., & Zhang, Y. M.	2020		x			x		x			x			
59	Anaerobic swine digestate valorization via energy-efficient electro dialysis for nutrient recovery and water reclamation	Wei, C. Y., Pan, S. Y., Lin, Y. I., & Cao, T. N. D.	2022		x				x		x			x		
60	Economic aspects of metals recover	Wieczorek, D., & Kwasniewska, D.	2018		x			x		x			x			

61	Sequential optimization of process and supply chains considering re-refineries for oil and gas circularity	Yeo, L. S., Teng, S. Y., Ng, W. P. Q., Lim, C. H., Leong, W. D., Lam, H. L., Wong, Y. C., Sunarso, J., & How, B. S.	2022		x			x			x			x		
62	A post-pandemic sustainable scenario: What actions can be pursued to increase the raw materials availability	Zanoletti, A., Cornelio, A., & Bontempi, E.	2021		x			x			x			x		