



Mapeo científico de la investigación mundial en economía circular y desarrollo sostenible

Scientific mapping of global research on circular economy and sustainable development

Damiand Trejos Salazar 

Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

Kelly Carmona Herrera 

Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

Pedro Duque Hurtado 

Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

Resumen

La creciente preocupación por el acelerado deterioro del ambiente y la búsqueda del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) han promovido una reorganización en las estructuras de producción y comercialización a nivel global. Es por ello, que la economía circular, surge como una alternativa viable para enfrentar estos desafíos, y su estrecha relación con la sostenibilidad son elementos que gestionados de forma adecuada, abren una luz de esperanza para el futuro de la humanidad. Dada la importancia que ha tomado el tema en los últimos años, el presente artículo pretende realizar un mapeo científico de la investigación a nivel global en economía circular y el desarrollo sostenible. Para ello, se utilizaron herramientas y técnicas bibliométricas aplicadas a los datos obtenidos de la base de datos Scopus. Los resultados permitieron identificar tres perspectivas de investigación las cuales se caracterizan por: el papel de la innovación tecnológica en la sostenibilidad, la bioeconomía como elemento integrador y los indicadores y eficiencia de las prácticas de economía circular. Así mismo, se reconoce que es un tema que se encuentra en auge, en el que se involucran investigadores y países de todos los continentes, es decir, no hay una hegemonía marcada por términos geográficos. Finalmente, en este estudio se presenta una agenda para futuras investigaciones.

Palabras clave: Ambiente; Bioeconomía; Desarrollo económico; Innovación tecnológica; Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Clasificación JEL: Q01

Abstract

The growing concern over the accelerated environmental degradation and the pursuit of achieving the Sustainable Development Goals (ODS) have driven a reorganization in global production and marketing structures. Hence, the circular economy emerges as a viable alternative to address these challenges, and its close relationship with sustainability, if managed appropriately, provides a glimmer of hope for the future of humanity. Given the significance this topic has gained in recent years, this article aims to conduct a scientific mapping of global research on the circular economy and sustainable development. To achieve this, bibliometric tools and techniques were utilized, applied to data obtained from the Scopus database. The results allowed the identification of three research perspectives characterized by: the role of technological innovation in sustainability, bioeconomy as an integrating element, and indicators and efficiency of circular economy practices. Likewise, it is acknowledged that this is a burgeoning topic, engaging researchers and countries across all continents, indicating no geographical term hegemony. Finally, this study presents an agenda for future research.

Keywords: Environment; Bioeconomy; Economic Development; Technological Innovation; Sustainable Development Goals.

JEL Classification: Q01

Autor de Correspondencia

pedro.duque@ucaldas.edu.co

Recibido: 24-01-2023

Aceptado: 29-08-2023

Publicado: 25-09-2023



Copyright © 2023
Desarrollo Gerencial

Como citar este artículo (APA):

Trejos Salazar, D., Carmona Herrera, K., & Duque Hurtado, P. (2023). Mapeo científico de la investigación mundial en economía circular y desarrollo sostenible. *Desarrollo Gerencial*, 15(2), 1-27. <https://doi.org/10.17081/dege.15.2.6335>

Introducción

La explotación del ambiente, la industrialización y el desarrollo económico han impulsado la búsqueda de alternativas amigables con la sociedad, la economía y el entorno natural (Kurniawan et al., 2022; Shehata et al., 2022), razón por la cual, el desarrollo sostenible toma relevancia en las organizaciones y se centra en el cumplimiento de tres ámbitos fundamentales: económico, ambiental y social (Arroyo Morocho, 2018), tomando fuerza la sostenibilidad como estrategia política y empresarial (Nguyen et al., 2022; Uribe-Toril et al., 2022). En este sentido, la economía circular surge como un modelo económico que estimula la creación de estrategias de valorización generando una disminución en el consumo de recursos y a su vez minimizando la generación de residuos (Felix et al., 2022), constituyéndose como la mejor alternativa de las organizaciones para enfrentar el acelerado deterioro del ambiente (Lim et al., 2022) y aportar en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Lombardi et al., 2021).

Ahora bien, para contribuir a los ODS es necesario que un tema principal en la agenda económica actual sea la economía circular, como lo menciona Sharma et al. (2021); lo que implica que su implementación se convierta en una alternativa para lograr la sostenibilidad (Lahane y Kant, 2022; Ogunmakinde et al., 2022), promoviendo que las empresas redireccionen la generación de valor y realizando estrategias enfocadas en la disminución de su impacto en el entorno (Moraga et al., 2022; Tapaninaho y Heikkinen, 2022). De esta manera, para promover la sostenibilidad en los negocios, se necesita de la economía circular y es aquí donde las empresas deben procurar cuidar de sus pasivos, aumentar el rendimiento de los activos y los ingresos, mejorar las habilidades y competencia de sus trabajadores y por ende, el uso de la tecnología (Lulaj et al., 2023).

Es esencial comprender que, para las empresas las ganancias representan un medio para lograr beneficios sociales (Persson y Hinton, 2023), sin embargo, la implementación de un modelo de negocio circular, requiere de agilidad organizacional (Castro-Lopez et al., 2023), donde los gerentes estén informados y contextualizados sobre la economía circular para impulsar una ventaja competitiva (Corboş et al., 2023), por eso, la planificación estratégica y la alineación de la visión facilitan la adopción de prácticas de economía circular (Singh et al., 2022).

En este contexto, dentro de la literatura estudiada se identificaron algunas revisiones relacionadas a estos temas, como la de los autores Duque et al. (2021b) que realizaron una revisión de literatura sobre el vínculo de las finanzas corporativas y la sostenibilidad; autores como Bansal et al. (2022) mediante una revisión sistémica de la literatura buscan definir la economía circular desde la sostenibilidad empresarial. Asimismo, Sudusinghe y Seuring (2022) elaboraron una revisión bibliográfica asociada a la influencia de la sostenibilidad aplicando la economía circular en la cadena de suministro.

Por su parte, Opferkuch et al. (2021) exploraron a través de una revisión como se incluye la economía circular en el reporte de sostenibilidad empresarial. Morales y Belmonte-Urena (2021) presentan un análisis de literatura en el cual investigan la forma sistémica de la relación entre sostenibilidad y economía circular. Adicionalmente, se hallaron mapeos científicos sobre la relación entre economía circular y la industria 4.0 en la sostenibilidad y el cumplimiento de los OD (Gil Lamata et al., 2022; Patyal et al., 2022); las industrias textiles y la implementación de la economía circular basándose en la revolución industrial y digitalización (Happonen y Ghoreishi, 2022; Sinha, 2022) y, un mapeo que relaciona las áreas de investigación sobre la industria 4.0 en el área del desarrollo sostenible enfocado en el modelo empresarial y la economía circular (Khan et al., 2021). No obstante, hasta el momento, no se han encontrado investigaciones que lleven a cabo un análisis bibliométrico y mapeo científico que aborden los siguientes interrogantes: ¿Cómo ha evolucionado la investigación sobre economía circular y desarrollo sostenible? ¿Cuáles son los autores, países y revistas más relevantes en estos campos? y ¿Cuáles son las principales tendencias de investigación?

Dado lo anterior, el presente artículo pretende responder los interrogantes planteados, por lo que para cumplir con este objetivo, se realizó una búsqueda en la base de datos *Scopus* utilizando como rango de tiempo los años entre 2000-2022. Para el análisis y el procesamiento de los resultados se utilizó la herramienta R, con el fin de generar el análisis bibliométrico y el análisis de red que permitieron identificar los orígenes, la evolución y las tendencias recientes sobre el estudio de la economía circular y el desarrollo sostenible mediante la metáfora del árbol de la ciencia.

Fundamentación teórica

La economía circular ha surgido como un cambio radical frente al patrón económico "tomar, hacer y desechar" que ha prevalecido en las últimas décadas, concepto expuesto por Ness (2008). Esta se presenta como un nuevo paradigma, una respuesta a las crisis ambientales propiciadas por la actividad humana, que busca establecer una relación armónica entre el bienestar económico y ambiental (Pomponi y Moncaster, 2017). Así pues, ha captado la atención global, proponiendo un modelo alternativo al crecimiento constante y al incremento del uso de recursos. Según Ghisellini et al. (2016), el énfasis de la economía circular está en fomentar patrones de producción de ciclo cerrado que mejoren la eficiencia en el uso de recursos y prioricen el manejo de los desechos urbanos e industriales, buscando así un balance sostenible entre economía, ambiente y sociedad.

A pesar de tener raíces en la economía y ecología ambiental, e industria ecológica, la economía circular se esfuerza por convertir los recursos extraídos de la naturaleza en productos y servicios reutilizables, reduciendo el uso de materias primas y la producción de desechos y emisiones (Korhonen et al., 2018). Es por esto que, autores como Sauvé et al. (2016) examinaron la intersección entre las ciencias ambientales,

el desarrollo sostenible y la economía circular, concluyendo que aunque estos conceptos no deben compararse, la economía circular está ganando terreno como una estrategia efectiva para abordar los problemas ambientales. Es por ello, que la economía circular ha capturado el interés de la investigación académica y de las empresas, especialmente en China y Europa, debido a su potencial para mejorar el desempeño corporativo, los modelos de negocios y los sistemas de innovación (Geissdoerfer et al., 2017).

De ahí que, la economía circular aspira a eliminar la idea de "fin de vida útil" y busca promover un desarrollo sostenible centrado en calidad ambiental, prosperidad económica y equidad social (Kirchherr et al., 2017). Sin embargo, este cambio requiere una transformación sistémica que abarque desde modelos de negocio innovadores hasta consumidores conscientes, enfocándose en la gestión de productos al final de su vida útil y en el diseño de productos y modelos de negocio circulares (Stewart y Niero, 2018).

Por otra parte, el concepto de desarrollo sostenible tiene diversas interpretaciones, no obstante, la definición más consensuada es la presentada por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en el Informe Brundtland de 1987, que define el desarrollo sostenible como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias (Wced, 1987). Este enfoque, reconoce al desarrollo sostenible como una herramienta poderosa para abordar los retos fundamentales que enfrenta la humanidad (Hopwood et al., 2005). Sin embargo, a pesar de su aparente promesa, la ruta hacia el desarrollo sostenible a menudo encuentra obstáculos debido a la priorización del crecimiento económico por encima del bienestar social y la viabilidad ecológica. Este sesgo puede poner en peligro los ODS acordados por las Naciones Unidas (Gupta y Vegelin, 2016).

Además, a pesar del tiempo transcurrido desde su concepción, persisten ambigüedades y confusiones respecto al desarrollo sostenible, lo que se refleja en la variedad de propósitos y en la falta de uniformidad en la terminología y los métodos de medición (Blewitt, 2012; Parris y Kates, 2003). En este aspecto, Kravchenko et al. (2019) señalan que este desafío es evidente en las mediciones de sostenibilidad, donde los indicadores actuales tienden a ser imprecisos y a no reflejar adecuadamente la dimensión ambiental, lo que dificulta la toma de decisiones en la modelación de negocios. Asimismo, Kristensen y Mosgaard (2020) apuntan a la falta de estandarización en la medición de la economía circular y sus principios, ya que los indicadores actuales se enfocan principalmente en los aspectos económicos y descuidan los aspectos sociales y medioambientales relevantes.

De modo que, la creciente importancia de la economía circular en la investigación, política y negocios, hace que entender que su impacto en los ODS sea cada vez más relevante (García-Saravia et al., 2023). Algunos, incluso, consideran la economía circular como un modelo en sí mismo (Andy, 2023), dada su innegable capacidad para contribuir al desarrollo sostenible (Knäble et al., 2022). Por lo tanto, es fundamental diseñar estrategias más efectivas para explotar el potencial de la economía circular como un mecanismo de transición hacia el cumplimiento de los ODS. Este punto es particularmente relevante

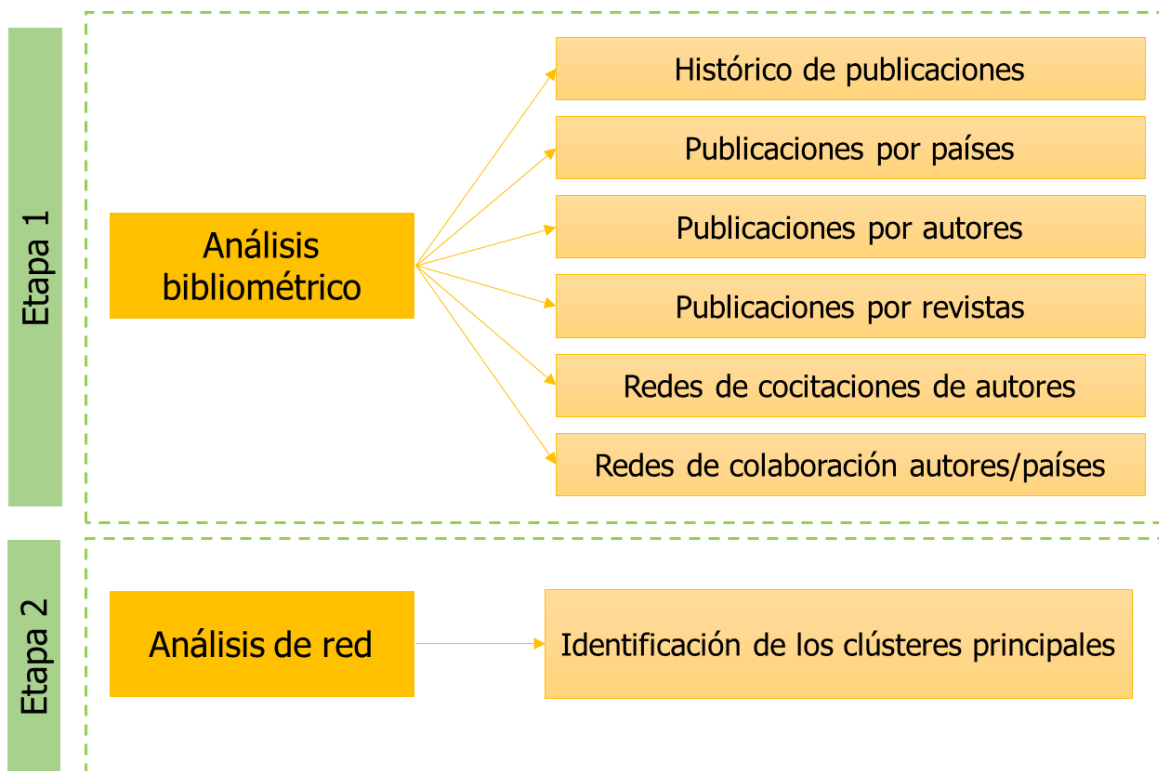
teniendo en cuenta que la implementación de la economía circular se estima que tendría un impacto positivo en el PIB global del 1.1%, promoviendo la creación de empleo, fortaleciendo la resistencia de las economías y contribuyendo a las metas de la Agenda 2030 (Andy, 2023).

En consecuencia, la economía circular y el desarrollo sostenible se entrelazan, donde el primero puede ser una herramienta poderosa para alcanzar el segundo, marcando un camino de progreso que va de la mano con la preservación del ambiente. Además, es una sinergia que apunta a un futuro en el que la prosperidad humana se alcanza sin sacrificar la salud del planeta.

Método

La investigación se desarrolló en dos etapas: la primera, se realizó un análisis bibliométrico y mapeo científico, basado en indicadores de productividad, relacionamiento e impacto de autores, revistas, instituciones y países. La segunda, un análisis de red que permitió establecer las principales perspectivas de investigación del tema en la actualidad, como se observa en el gráfico 1.

Gráfico 1. *Etapas de la investigación*



Localización de los documentos

Para la recopilación de la información se utilizó la base de datos *Scopus*, dado que otorga una vista más extensa del área de conocimiento por ser una de las bases de datos bibliográficas más revisadas (Echchakoui, 2020), además es considerada como una de las de mayor impacto a nivel mundial (Bar-Ilan, 2008; Zhu y Liu, 2020).

Criterios de inclusión y exclusión

La ecuación de búsqueda empleada para el rastreo de la información fue ("circular economy") AND ("sustainability" OR "sustainable development"), considerando como margen temporal aquellos documentos registrados en la base de datos entre los años 2000 y 2022 (Considerando como fecha de consulta el 02/01/2023) y que involucraran en su título estos términos. No se realizó exclusión por tipo de documento, revista, territorio, lenguaje, tipo de documento, área de clasificación de la revista o sistema de publicación. Bajo estos criterios se identificaron 427 publicaciones en la base de datos *Scopus*.

Recolección y organización de la información

Los 427 registros obtenidos en la base de datos fueron exportados en formato *bibTex* incluyendo para cada uno toda su información bibliográfica (Autor/es), título del documento, año, título de la revista/fuente, DOI, afiliaciones, idioma, resumen, palabras clave).

Análisis de la información

Para desarrollar el mapeo científico de esta área y responder los interrogantes: ¿Cómo ha evolucionado la investigación sobre economía circular y desarrollo sostenible? Y ¿Cuáles son los autores, países, revistas y documentos más relevantes en estos campos? se utilizaron los datos generados en *Scopus*, incluyendo las métricas que proporciona esta plataforma, además, se emplearon cuatro procedimientos bibliométricos recomendados por Zupic y Cater (2015): análisis de citas, coocurrencia de palabras, cocitaciones y coautorías. La herramienta que se utilizó para este componente del artículo fue *Bibliometrix* (Aria y Cascarullo, 2017) debido a su multifuncionalidad y uso libre, así mismo, ha sido empleado de manera efectiva por estudios previos de este tipo (Aria et al., 2020; Bond et al., 2019; Demiroz y Haase, 2019; Mogollón et al., 2022; Trejos-Salazar et al., 2021).

Para el segundo componente de este trabajo, el cual, permitió abordar la pregunta ¿Cuáles son las principales tendencias de investigación? se hizo necesario construir la red del tema, la cual se obtuvo a partir de las referencias de los 427 registros obtenidos en *Scopus*, para ello, se utilizó el programa *R-studio*, y se empleó el código del árbol de la ciencia (*Tree of science - ToS*) (Robledo et al., 2022; Valencia et al.,

2020; Zuluaga et al., 2022), el cual se fundamenta en la teoría de grafos, misma que permite extraer los datos de la red como tipología y conocer la forma en que los documentos que la integran se relacionan (Wallis, 2007; Yang et al., 2016). A partir de esta, se visualiza la estructura de un campo de conocimiento, además, se logran determinar las subáreas en las que se agrupan las publicaciones (Gurzki y Woisetschläger, 2017; Zuschke, 2020), para ello, se utilizó el algoritmo de clusterización propuesto por Blondel et al. (2008). De esta manera, se identifican los clústeres principales en los que se enmarca la investigación sobre economía Circular y desarrollo Sostenible.

Para la visualización de la red se utilizó la herramienta *Gephi* (Bastian et al., 2009) de uso libre que permite manipular los datos de forma eficiente y emplea diversidad de formatos de entrada (Jacomy et al., 2014), lo que ha popularizado su uso y validación (Clavijo-Tapia et al., 2021; Hoyos et al., 2022, 2023; Loaiza et al., 2023; Restrepo et al., 2023; Rodríguez et al., 2022).

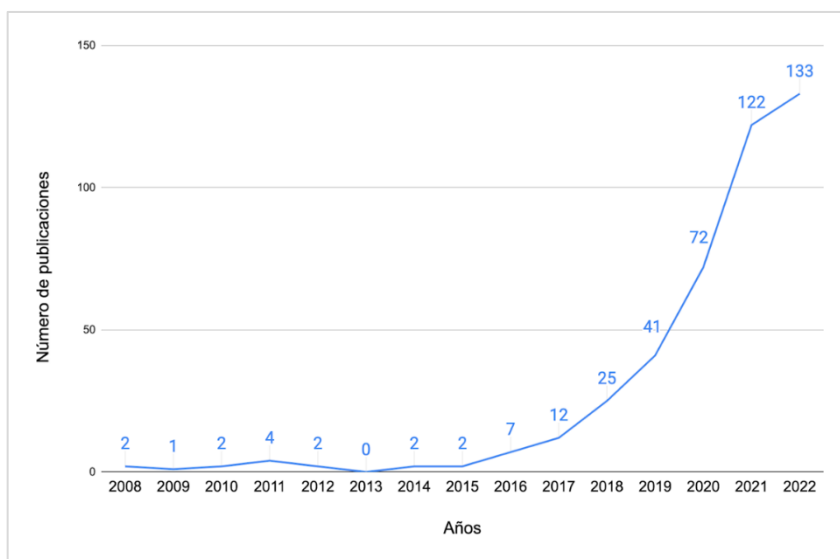
Este procedimiento metodológico se ha utilizado en investigaciones recientes (Castellanos et al., 2022; Duque, et al., 2021; Duque y Oliva, 2022; Hurtado y Ortiz, 2022; Ramos et al., 2021; Robledo et al., 2022, 2023).

Interpretación de los resultados

En esta sección se presenta el análisis e interpretación de los resultados derivados del mapeo científico y el análisis bibliométrico, lo que permitió abordar las preguntas objeto de estudio: ¿Cómo ha evolucionado la investigación sobre economía Circular y desarrollo sostenible? Y ¿Cuáles son los autores, países y revistas más relevantes en este campo?

El gráfico 2, muestra el comportamiento de las publicaciones entre el año 2008 y el 2022. Aunque la consulta se realizó desde el año 2000, solo hasta el año 2008 se registraron las dos primeras publicaciones "*Technical innovation and circular economy: An inevitable course for sustainable development of phoschemical industry in China*" y "*Information technology and systems in China's circular economy: Implications for sustainability*". Sin embargo, el crecimiento acelerado en la producción científica se da a partir del año 2017, pero el apogeo de este tema se ha logrado a partir de la presente década (años 2020, 2021, 2022), ya que el 77% de las publicaciones se registraron en estos periodos. Esto puede ser explicado por el aumento de interés de la comunidad científica, académica y la sociedad en general en estos importantes temas.

Gráfico 2. *Número de publicaciones por año*



En la tabla 1 se encuentran los 10 principales países lideran la producción mundial en este campo, es importante resaltar que Italia, España y Reino Unido generan la mayor cantidad de contenido, sumando entre ellas el 36% del total de publicaciones encontradas en Scopus. También, cabe destacar que los 10 países relacionados en la tabla 2, aportan el 81% del total de publicaciones a nivel mundial. Así mismo, se evidencia que no existe una concentración por región geográfica, ya que dentro de los países más prolíficos en investigación de este tema, se encuentran naciones de diversos continentes como América, Europa, Asia y Oceanía, lo que demuestra el creciente interés a nivel global en estas áreas del conocimiento. La red de colaboración, ratifica el protagonismo de estos países, además, demuestra la existencia de una amplia participación entre los países de este listado en lo que se refiere a investigación colaborativa.

Tabla 1. *Producción por países*

País/Región	Número de Documentos	% del Total	Red de colaboración entre países
Italia	51	11,9%	
España	51	11,9%	
Reino Unido	49	11,5%	
China	47	11,0%	
India	33	7,7%	
Estados Unidos	29	6,8%	
Brasil	27	6,3%	
Australia	20	4,7%	
Alemania	20	4,7%	
Dinamarca	19	4,4%	

La tabla 2, muestra los autores más prolíficos en lo que respecta al volumen de publicaciones sobre economía circular y desarrollo sostenible, junto con la afiliación y métricas de impacto como el número de citas y el *h-index* registrados en *Scopus*. Tim C. McAlloone, encabeza la lista con siete (7) publicaciones, seguido de Pigosso, Daniela Cristina Antelmi y Mariia Kravchenko con seis (6) cada una. Se destaca que los tres principales autores hacen parte de *Technical University of Denmark*, siendo McAlloone el autor con mayor número de citas (2626) de los tres. Ahora bien, el autor con mejores métricas de impacto es Joseph Sarkis de *Universisdad Politecnica de Worcester*, ya que cuenta con más de 43 mil citas y un índice h superior a 100, lo que lo convierte en un referente en la actualidad en este campo.

Tabla 2. *Autores con mayor número de publicaciones*

Autor	Número de publicaciones	Número de citas	Índice H	Afiliación
McAlloone, Tim C.	7	3.354	32	Technical University of Denmark
Pigosso, Daniela Cristina Antelmi	6	2.744	26	Technical University of Denmark
Kravchenko, Maria	6	275	7	Technical University of Denmark
Leyva-Díaz, J. C.	5	1.066	19	Universidad de Oviedo
Molina-Moreno, Valentín	5	794	15	Universidad de Granada
Sarkis, Joseph	4	43.388	104	Universisdad Politecnica de Worcester
Cortés-García, Francisco Joaquín	4	572	10	Universidad Autónoma de Chile
Silvestri, Cecilia	4	521	13	Università degli Studi della Tuscia Viterbo
Ivascu, Larisa	4	480	12	Universitatea Politehnica Timisoara
Silvestri, Luca	4	349	11	Niccolò Cusano University

Se resalta de la tabla 3 que la principal revista es *Sustainability* con 55 publicaciones equivalentes al 12,8% del total. Se evidencia también que todos los países corresponden al continente europeo, esto coincide con la cantidad de países que aportan información y generan contenido referente al tema que trata el presente artículo. Asimismo, se resalta que todas las revistas de este listado, se encuentran clasificadas en el cuartil Q1 en *Scimago Journal Rank*, lo que les da el reconocimiento de *revistas TOP*.

Tabla 3. *Revistas con mayor número de publicaciones*

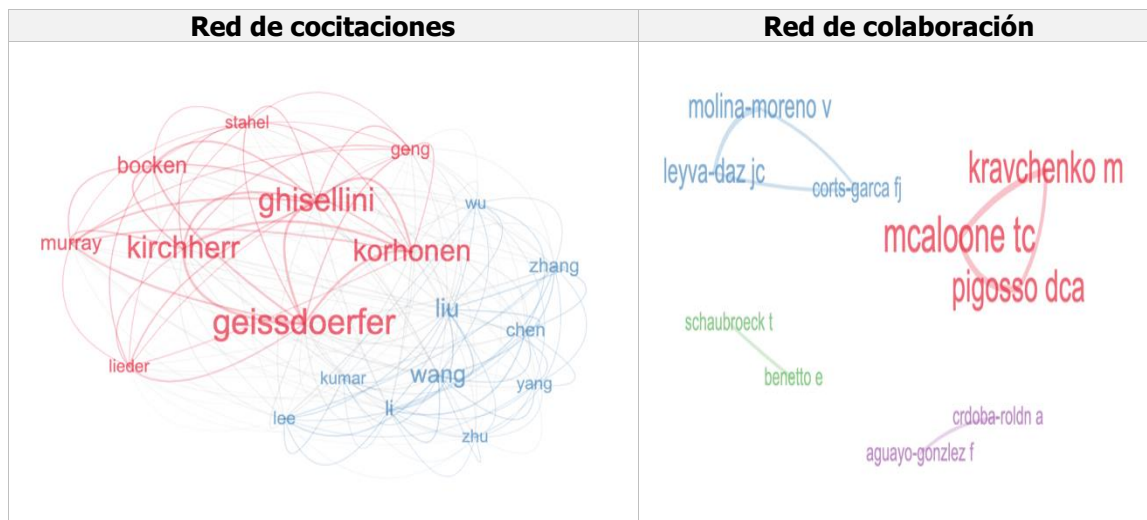
Revista	Número de publicaciones	% del total	País	Scimago		
				H index	Cuartil SJR	SJR 2021
Sustainability Switzerland	55	12,88%	Suiza	85	Q1	0.61
Journal Of Cleaner Production	29	6,79%	Reino Unido	200	Q1	1.94
Business Strategy and The Environment	21	4,92%	Reino Unido	105	Q1	2.12

Resources Conservation and Recycling	11	2,58%	Países Bajos	130	Q1	2.47
Sustainable Production and Consumption	10	2,34%	Países Bajos	26	Q1	01.02
Corporate Social Responsibility and Environmental Management	6	1,41%	Reino Unido	73	Q1	1.52
Energies	6	1,41%	Suiza	111	Q1	0.65
Environmental Science and Pollution Research	5	1,17%	Alemania	132	Q1	0.83
Science Of the Total Environment	5	1,17%	Países Bajos	275	Q1	1.81
Sustainable Development	5	1,17%	Reino Unido	70	Q1	1.32

La Gráfica 3, presenta las redes de citas y colaboración entre autores, la primera, asocia a los investigadores que registran el mayor número de citas en el tema específico, lo que los convierte en referentes. En este caso, Martin Geissdoerfer de la *University of Cambridge*, es uno de los autores más referenciados en el campo, esto se debe a su aporte a la teoría de la economía circular, especialmente, por su trabajo titulado "*The Circular Economy – A new sustainability paradigm?*", el cual, es el texto más referenciado en el área. También se resaltan autores como Patricia Ghisellini de University of Bologna, y Jouni Korhonen de *KTH Royal Institute of Technology*.

Ahora bien, la red de colaboración de autores muestra que Tim Mcaloone, Maryna Kravchenko y Daniela C.A. Pigosso, todos vinculados a *Technical University of Denmark*, son los autores con mayor número de publicaciones y los que presentan mayor número de trabajos colaborativos, en total, cuentan con seis (6) publicaciones conjuntas. El segundo grupo más grande de coautores está integrado Valentín Molina-Moreno, Leyva-Díaz J.C. y Cortes-García F.J., con tres (3) publicaciones.

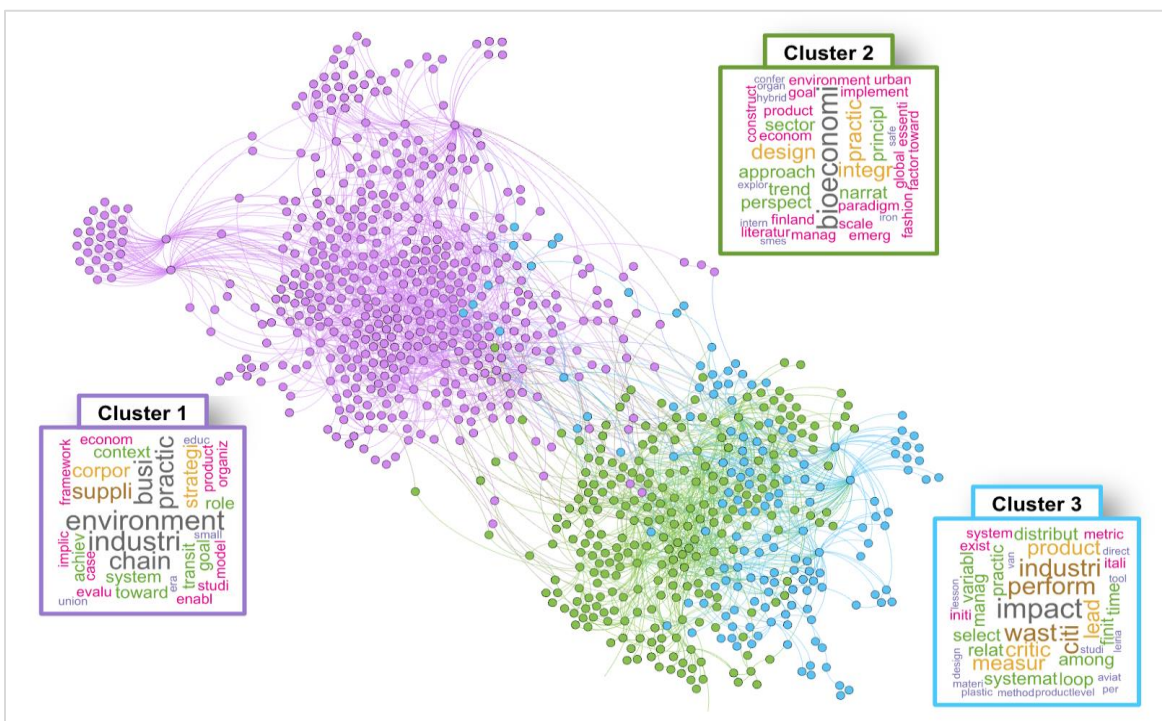
Gráfica 3. *Redes de autores*



Evaluación crítica

En la Gráfica 4, se muestra la red de cocitaciones de documentos compuesta por 1.311 nodos que incorpora los documentos relacionados en las referencias de los registros obtenidos en *Scopus*. Al aplicarle el *algoritmo de clusterización*, se obtuvieron tres (3) *clústeres* principales, los cuales, representan el 83% del total de los nodos. Para identificar de forma preliminar los temas que se abordan en cada grupo, se extrajeron los títulos y las palabras claves de cada artículo en cada *clúster*, y se construyó una nube de palabras para de esta manera, tener una aproximación a los principales componentes de cada uno. Este apartado permitió responder la pregunta ¿Cuáles son las principales tendencias de investigación en este campo?

Gráfica 4. Red de cocitaciones de documentos



A continuación, se realiza la evaluación crítica de los resultados del análisis de la red, específicamente, en los tres (3) principales clústeres identificados:

Clúster 1. El papel de la innovación tecnológica en la sostenibilidad

En la siguiente perspectiva se evidenció que la industria 4.0 aporta al desarrollo sostenible mediante la implementación de la economía circular, que a pesar de las paradojas que se encuentran entre el factor

económico y el medioambiental, se están hallando alternativas para modificar el enfoque rentable de la economía circular a uno más social y ambiental.

La economía circular tiene orígenes conceptuales en la economía ambiental y la ecología industrial, enfocado a la innovación tecnológica, lo que genera que aporte lineamientos que mejoran la forma de comercio vigente con miras al desarrollo sostenible (Ghisellini et al., 2016), sin embargo, existen presiones contradictorias o paradójicas de rentabilidad en las empresas que implementan este modelo. Asimismo, la utilización de materias primas secundarias afectan de forma positiva el deber con el medioambiente, pero, de manera negativa la competitividad (Daddi et al., 2019); a pesar de ello, las industrias de fabricación de aditivos se han enfocado en la reutilización y reciclaje de los materiales, la afectación a la salud y desarrollos sostenibles, buscando alternativas de materiales más acordes para la implementación de la economía circular (Colorado et al., 2020).

Es importante resaltar que el cambio de una economía lineal a una circular se puede lograr a través de la creación y captura de valor mediante la sociedad y la tecnología con el fin de obtener una armonía entre la sostenibilidad económica y medioambiental, por ende, es necesario pasar de crear valor para el cliente en búsqueda de aumentar los ingresos de la empresa, a identificar que el éxito de la empresa es dependiente de las relaciones entre proveedores, minoristas, clientes y temas ecológicos (Gandolfo y Lupi, 2021). Por otro lado, las conexiones positivas entre la sostenibilidad, competitividad organizativa y el rendimiento organizacional hacen que la economía sea una buena estrategia para aumentar el nivel de compatibilidad y el rendimiento de la empresa (Sarfraz et al., 2021).

Además, la implementación de la economía circular con la utilización de tecnología de *blockchain* genera en las empresas resultados positivos mejorando la visibilidad en la cadena de suministros y un mayor rendimiento medioambiental y financiero (Khan et al., 2021), de esta manera la industria 4.0, mediante la implementación de la economía circular, aporta al desarrollo sostenible dado que esta tiene una orientación que fortalece la sostenibilidad social por medio del reciclaje, la reutilización y el aumento en el ciclo de vida de los productos (Bai et al., 2022), de hecho, la industria 4.0 tiene una relación estrecha con la economía circular dado en las acciones y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (Patyal et al., 2022).

Por consiguiente, la implementación de la economía circular enruta el cambio de una economía lineal a un modelo de creación de valor con mayor eficiencia de los recursos con el objetivo de lograr beneficios sociales y medioambientales, así como, el desarrollo sostenible de la empresa radica en la importancia del aprovechamiento óptimo de los recursos, involucrando el bienestar económico y ecológico en los métodos empresariales en proceso (Bansal et al., 2022).

Finalmente, la producción de valor en un negocio que implementa la economía circular se realiza mediante labores unidas donde contribuyen varias partes interesadas de diversos estatus sociales (Tapaninaho y Heikkinen, 2022).

Clúster 2. La bioeconomía como elemento integrador

En esta segunda perspectiva, se identificó que el concepto de economía circular ha tenido cambios de interpretación y enfoques con miras a la sostenibilidad, por lo que la implementación de este concepto en las aulas de clases de educación profesional es de gran importancia. Las tendencias de la economía circular en búsqueda de una sostenibilidad llevan al reconocimiento de nuevos conceptos tales como la bioeconomía, lo que de alguna forma lleva un desarrollo sostenible con métodos o modelos integrales.

En este sentido, la economía circular se entiende como el procedimiento de recuperación en donde se disminuyen los residuos, las emisiones y el consumo de energía mediante la reutilización, el reciclaje, la fabricación y el mantenimiento, en tanto que la sostenibilidad se considera como la reunión equilibrada del rendimiento económico, la inclusión social y la resistencia medioambiental, buscando el beneficio de la generación actual y futura (Geissdoerfer et al., 2017), así mismo la implementación de un enfoque equilibrado de la economía circular pospone unas décadas el colapso del sistema (Geissdoerfer et al., 2017; Hanumante et al., 2019).

Es necesario precisar que los enfoques de la economía circular son cada vez más variados basados en diferentes teorías (Pieroni et al., 2019), en este aspecto se encontraron siete principios operativos los cuales combinan las finalidades de la economía circular con el contexto de la sostenibilidad (Suárez-Eiroa et al., 2019), adicionalmente, los conceptos de bioeconomía, economía circular y desarrollo sostenible tienen diferentes interpretaciones que se relacionan, es por ello que, la economía circular está adquiriendo importancia principalmente en el sector forestal (Näyhä, 2019).

Por otro lado, la implementación de las metodologías de la economía circular en la educación profesional aporta positivamente al cambio de una economía lineal fuera de contexto a una sostenible (Sanchez et al., 2020) debido a que incluye, conceptualmente, la idea de sostenibilidad (Suárez-Eiroa et al., 2021).

En este orden de ideas, los conceptos de sistema de producción y economía circular se complementan mutuamente lo que genera un aporte a la sostenibilidad de la producción, por tanto, se encuentra que el método de Producción Integrada de Economía Circular (CEEP) es una manera nueva de aplicar la economía circular en la producción ya que este concepto aporta a la sostenibilidad, lo que es necesario que las directivas de las empresas cambien el pensamiento y la gestión respecto a los costos de la implementación

de estos métodos, dado que los mismos no implican propiamente la implementación de tecnologías de alta gama (Lim et al., 2022; Suárez-Eiroa et al., 2021).

Después de las consideraciones anteriores, es necesario agregar que la implementación conjunta de la economía circular y la bioeconomía aportan positivamente al cambio de una economía lineal a una circular, proporcionando una transformación en los hábitos de consumo, para ello, es necesario la presencia de políticas medioambientales que favorezcan este cambio (Abad-Segura et al., 2021), un ejemplo de ello es el sector de la moda en donde se identificó que los consumidores presentan gran afecto a los productos con base biológica de alta calidad, pero presentaron inconvenientes respecto al adquirir ropa de segunda mano, lo que se concluye que los consumidores apoyan el cuidado del medio ambiente enmarcado en la bioeconomía, sin embargo, aún en la economía circular se encuentran reacios en cuanto a la reutilización. La bioeconomía circular por su parte es una buena alternativa para implementar, no solo la utilización de materias primas naturales, sino la incorporación de residuos de materiales en diferentes circunstancias del proceso de producción (Colasante y D'Adamo, 2021).

Clúster 3. Indicadores y eficiencia de las prácticas de Economía Circular

En la presente perspectiva, es relevante el interés de los autores en identificar el indicador de desempeño y eficiencia en la economía circular que responda a la generación de valor en la eficiencia y el rendimiento de los recursos, la sostenibilidad, la conservación de materiales y la protección del medio ambiente.

La mayor parte de los indicadores se encuentran enfocados en la conservación de los materiales con el reciclaje como eje central; sin embargo, la conservación de los materiales no es el único componente medible de la economía circular, también se encuentra la información de los residuos y materiales que hacen parte de los indicadores indirectos y las tasa de reciclaje con el objetivo de tomar una proporción de estos residuos como secundarios (Mesa et al., 2018; Moraga et al., 2019).

En ese mismo sentido, el indicador de Valor Ambiental Retenido (REV) mide el impacto ambiental de la producción de material resultante de los materiales reciclados o reutilizados, cubriendo desde los productos individuales hasta una gran economía, generando una comparación cuantitativa de las estrategias de economía circular que permite obtener una visión más clara y referente a los ciclos de vida del producto y la calidad del material (Haupt y Hellweg, 2019). Así mismo, Di Maio et al. (2017), consideran el indicador apto para monitorear y evaluar el avance en la eficiencia de los recursos.

Adicionalmente, se encuentran seis indicadores que brindan información útil respecto a la sostenibilidad de productos en cuanto a la independencia de algunas de las partes, funcionalidad y comunidad, también se obtienen mejoras significativas en el trabajo de la sostenibilidad cuando los proyectos se pueden modificar en cuanto componentes que se puedan compartir entre variaciones del producto (Mesa et al.,

2018). Sin embargo, se han encontrado gran variedad de indicadores que miden el ciclo de la vida para evaluar el desempeño de la economía circular. Contrario a los indicadores referente a la calidad, también, los enfoques de análisis del desempeño se encuentran dirigidos a un contexto ambiental, seguido del económico, siendo el social el de menor interés (Panchal et al., 2021). Por lo que es necesario realizar un análisis con base en las partes interesadas y no solo para el sistema completo. De esta manera, esta perspectiva aporta valiosa información para los efectos sociales y ambientales (Mesa et al., 2018; Moraga et al., 2019; Schaubroeck et al., 2019).

Dicho lo anterior, resulta oportuno precisar que para la aplicación de los indicadores necesarios para la evaluación del impacto de la economía circular es importante realizar un proceso de selección en donde se encuentre definida el área de aplicación de la estrategia, de esta forma la clasificación de los indicadores permite identificar los apropiados para cada iniciativa, esto no significa que los indicadores no se puedan adaptar a las necesidades de evaluación, por el contrario, se pueden personalizar e incluso crear nuevos indicadores; como resultado se disminuye la utilización de indicadores innecesarios que no aportan a la toma de decisiones, por lo tanto, esta selección debe realizarse al iniciar la planeación de implementación de la economía circular con el fin de garantizar conocimientos de posibles resultados de sostenibilidad para la toma de decisiones más acertadas (Haupt y Hellweg, 2019; Kravchenko et al., 2020).

En tanto se da la transición de los sistemas lineales a los circulares, la mejor alternativa para la gestión sostenible de los residuos es la responsabilidad extendida del productor, para la evaluación de este sistema se encuentra el modelo de gestión de sostenibilidad para calcular los impactos generados en la gestión de residuos (Avilés-Palacios y Rodríguez-Olalla, 2021), así mismo, los desechos pueden ser transformados de forma sostenible en recursos de carga cero en materias primas energéticas y materiales de valor agregado (Ingrao et al., 2021).

Por último, en la implementación de la economía circular es necesario considerar la existencia de bucles finitos y variables a largo plazo, para ello se debe implementar un modelo de paso a paso donde el proceso sea secuencial y por separado. A nivel de sistema, se hace necesaria herramientas con información temporal por proceso en las bases de datos; y, en cuanto a la proporción que le corresponde referente al impacto de sostenibilidad entre productos y bucles, es necesario elegir una solución específica según el objetivo de análisis (Schaubroeck et al., 2021).

Contribución del autor

La economía circular representa una oportunidad para abordar el desarrollo sostenible mediante un cambio sistémico, la adopción de prácticas empresariales y la inclusión de consumidores responsables. No obstante, la falta de indicadores precisos y estandarizados dificulta la medición y adopción de este enfoque, lo que resalta la necesidad de más investigación en esta área. Asimismo, es esencial reflexionar sobre el

papel central que la economía circular y el desarrollo sostenible desempeñan en la transformación de las empresas y la sociedad en general. Para ello, es fundamental que las organizaciones se adapten y adopten prácticas innovadoras, inviertan en capacitación y tecnología, y prioricen la sostenibilidad en sus estrategias de negocio. Estos cambios no solo permitirán enfrentar los retos medioambientales, sino también asegurar un futuro más equitativo y próspero para las generaciones actuales y futuras.

Los siguientes son algunos temas que surgen del proceso de revisión y a modo de contribución de los autores se proponen para que futuras investigaciones consideren tenerlos presentes en su agenda:

Tabla 4. *Futuras líneas de investigación*

Perspectiva	Tema	Referencia
El papel de la innovación tecnológica en la sostenibilidad	Investigar las múltiples aplicaciones de la Inteligencia Artificial (AI) en la reducción eficiente de residuos plásticos	(Chawla et al., 2022)
	Investigar cómo la restricción financiera, el capital humano y la infraestructura TIC se convierten en barreras para la adopción tecnológica en los sistemas económicos.	(Tang et al., 2022)
	Desarrollar procedimientos cuantitativos en economía circular para la toma de decisiones	(Bansal et al., 2022)
La bioeconomía como elemento integrador	Investigar los resultados medioambientales de acuerdo con las políticas planteadas en la actualidad.	(Abad-Segura et al., 2021)
	Establecer mecanismo de medición a los diferentes enfoques económicos que garanticen la protección a la biodiversidad	(Stephenson y Damerell, 2022)
	Diseñar modelos de economía circular basados en la utilización de herramientas como la eficiencia energética y la unificación de indicadores de desempeño	(Lim et al., 2022)
Indicadores y eficiencia de las prácticas de economía circular	Estudiar el impacto de la obsolescencia programada en la economía circular	(Panchal et al., 2021)
	Desarrollar herramientas técnicas en el campo económico para medir la eficiencia y maximizar la recuperación de productos	(Hernández-Chover et al., 2023)
	Recopilar evidencia empírica sobre la medición del desempeño de la economía circular y las cadenas de suministro.	(Cagno et al., 2023)

Conclusión

La investigación en torno a la economía circular y el desarrollo sostenible ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años, con un aumento significativo en la producción científica desde el año 2017, y un verdadero auge en los últimos tres años (2020, 2021, 2022), período en el que se registra el 77% de las publicaciones. Este incremento refleja un creciente interés de la comunidad científica, académica y de la sociedad en general por estos temas críticos para el futuro. El estudio de la EC y el desarrollo sostenible no se limita a una región geográfica en particular, sino que abarca naciones de varios continentes, como se demuestra en el análisis de los países líderes en publicaciones en este campo. Italia, España y el Reino Unido lideran en la producción de contenido, generando el 36% del total de las publicaciones. Los diez países principales, incluyendo naciones de América, Europa, Asia y Oceanía, contribuyen con el 81% del total de las publicaciones a nivel mundial, y se destaca su colaboración en la investigación en estos temas.

En lo que respecta a las fuentes de publicación, la revista *Sustainability* lidera estos campos, con un 12,8% del total de registros. Curiosamente, las revistas más importantes son de Europa, lo que coincide con la gran cantidad de países europeos que generan contenido relevante sobre estos temas. En cuanto a los autores, *Tim C. McAloone*, *Daniela Cristina Antelmi Pigosso* y *Mariia Kravchenko*, todos de la *Technical University of Denmark*, se encuentran entre los más prolíficos. *Martin Geissdoerfer* de la *University of Cambridge* se destaca como uno de los autores más citados en el campo debido a sus contribuciones a la teoría de la economía circular. Asimismo, el grupo de coautores más grande está compuesto por investigadores de la *Technical University of Denmark*, lo que refuerza la prominencia de esta institución en la investigación de la economía circular y el desarrollo sostenible.

El análisis de las tendencias de publicación y las redes de colaboración proporciona un panorama de la evolución de la investigación en estos temas, resaltando los autores, instituciones y países que lideran este campo, y señalando las áreas de colaboración y los referentes clave. La continua expansión y globalización de este campo de investigación son esenciales para enfrentar los desafíos del desarrollo sostenible y el cambio hacia una economía más circular.

La explotación del medio ambiente y el desarrollo económico han llevado a la búsqueda de alternativas sostenibles que sean amigables con la sociedad, la economía y el ambiente. En este contexto, el desarrollo sostenible y la economía circular emergen como estrategias políticas y empresariales clave para abordar estos desafíos. Para lograr la sostenibilidad en los negocios, las empresas deben adoptar la economía circular, cuidar los pasivos, aumentar el rendimiento de los activos y los ingresos, mejorar las habilidades de los trabajadores y la tecnología. Es crucial comprender que las ganancias son un medio para lograr beneficios sociales, y la agilidad organizacional es necesaria para implementar un modelo de negocio circular. Los gerentes deben estar informados y contextualizados sobre la economía circular para impulsar una ventaja competitiva, y la planificación estratégica y la alineación de la visión facilitan la adopción de prácticas de economía circular.

Así pues, el concepto de economía circular ha evolucionado dándole cada vez más protagonismo al tema ambiental, esto debido a la aguda crisis que enfrenta la sociedad en este contexto. Sin embargo, en la mayoría de las organizaciones las prácticas de gestión siguen descuidando este aspecto, esto no implica, que la economía circular solo se enmarque en el cuidado ambiental, por el contrario, debe tener un enfoque hacia el bienestar social, punto en el cual las organizaciones encuentran limitantes como la ausencia de adherencia de la sociedad con la sostenibilidad y temas gubernamentales.

Por otra parte, es necesario resaltar que los ODS han tomado importancia y las organizaciones ven en la aplicación de la economía circular el medio por el cual pueden lograrlos, las empresas necesitan evaluar

los efectos de las estrategias que aplican, de esta manera, demostrar que el modelo de economía circular puede ser una alternativa real para contribuir con temas sociales y ambientales, pero al mismo tiempo, mantener y mejorar los niveles de rentabilidad de las empresas.

En lo que respecta a las limitaciones de este estudio, surgen algunas: a pesar de que la base de datos utilizada es una de las más grandes y reconocidas del mundo, podrían existir trabajos que no se consideraron, ya que se encuentran publicados en revistas no indexadas en *Scopus*, así que sería pertinente contrastar los resultados de este estudio con la incorporación de otras bases de datos.

Finalmente, las organizaciones deben reconocer que el papel de la innovación tecnológica es un elemento crítico en cuanto a la búsqueda de la consecución de los ODS, por lo que necesitan resaltar la importancia de implementar en la educación profesional el conocimiento de la economía circular como alternativa estratégica, con el fin de aportar al desarrollo en el sector social la búsqueda de la sostenibilidad.

Referencias

- Abad-Segura, E., Batlles-de-laFuente, A., González-Zamar, M.-D., & Belmonte-Ureña, L. J. (2021). Implications for sustainability of the joint application of bioeconomy and circular economy: A worldwide trend study. *Sustainability: Science Practice and Policy*, 13(13), 7182. <https://doi.org/10.3390/su13137182>
- Andy, E. H. (2023). Economía circular: una aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible. *Revista de Economía Institucional*, 25(49), 109–134. <https://doi.org/10.18601/01245996.v25n49.06>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix : An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Aria, M., Misuraca, M., y Spano, M. (2020). Mapping the Evolution of Social Research and Data Science on 30 Years of Social Indicators *Research. Social indicators research*, 149(3), 803–831. <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02281-3>
- Arroyo Morocho, F. R. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 78–98. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n12.2018.786>
- Avilés-Palacios, C., y Rodríguez-Olalla, A. (2021). The sustainability of waste management models in circular economies. *Sustainability: Science Practice and Policy*, 13(13), 7105. <https://doi.org/10.3390/su13137105>
- Bai, C., Orzes, G., & Sarkis, J. (2022). Exploring the impact of Industry 4.0 technologies on social sustainability through a circular economy approach. *Industrial Marketing Management*, 101, 176–190. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2021.12.004>

- Bansal, S., Jain, M., Garg, I., & Srivastava, M. (2022). Attaining circular economy through business sustainability approach: An integrative review and research agenda. *Journal of Public Affairs*, 22(1), 1-20. <https://doi.org/10.1002/pa.2319>
- Bar-Ilan, J. (2008). Which h-index? — A comparison of WoS, Scopus and Google Scholar. *Scientometrics*, 74(2), 257–271. <https://doi.org/10.1007/s11192-008-0216-y>
- Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009). *Gephi: an open-source software for exploring and manipulating networks*. International AAAI Conference on Weblogs and social media. <https://gephi.org/users/publications/>
- Blewitt, J. (2012). *Understanding sustainable development*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781849773645>
- Blondel, V. D., Guillaume, J.-L., Lambiotte, R., y Lefebvre, E. (2008). *Fast unfolding of communities in large networks*. *Journal of Statistical Mechanics*, 2008(10), P10008. <https://doi.org/10.1088/1742-5468/2008/10/P10008>
- Bond, M., Zawacki-Richter, O., & Nichols, M. (2019). Revisiting five decades of educational technology research: A content and authorship analysis of the British Journal of Educational Technology. *British journal of educational technology*, 50(1), 12–63. <https://doi.org/10.1111/bjet.12730>
- Cagno, E., Negri, M., Neri, A., & Giambone, M. (2023). One Framework to Rule Them All: An Integrated, Multi-level and Scalable Performance Measurement Framework of Sustainability, Circular Economy and Industrial Symbiosis. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 55–71. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.10.016>
- Castellanos, J. D. G., Hurtado, P. L. D., Barahona, L., y Peña, E. (2022). Marco de referencia y tendencias de investigación de economía colaborativa. *Revista En-contexto*, 10(16), 267–292. <https://doi.org/10.53995/23463279.1159>
- Castro-Lopez, A., Iglesias, V., y Santos-Vijande, M. L. (2023). Organizational capabilities and institutional pressures in the adoption of circular economy. *Journal of business research*, 161, 2-13. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113823>
- Chawla, S., Varghese, B. S., A, C., Hussain, C. G., Keçili, R., y Hussain, C. M. (2022). Environmental impacts of post-consumer plastic wastes: Treatment technologies towards eco-sustainability and circular economy. *Chemosphere*, 308(Pt 1), 2-12. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135867>
- Clavijo-Tapia, F. J., Duque-Hurtado, P. L., Arias-Cerquera, G., & Tolosa-Castañeda, M. A. (2021). Organizational communication: a bibliometric analysis from 2005 to 2020. *Clío América*, 15(29). <https://doi.org/10.21676/23897848.4311>
- Colasante, A., y D’Adamo, I. (2021). The circular economy and bioeconomy in the fashion sector: Emergence of a “sustainability bias”. *Journal of Cleaner Production*, 329, 2-13. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129774>

- Colorado, H. A., Velásquez, E. I. G., & Monteiro, S. N. (2020). Sustainability of additive manufacturing: the circular economy of materials and environmental perspectives. *Journal of Japan Research Institute for Advanced Copper-Base Materials and Technologies*, 9(4), 8221–8234. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.04.062>
- Corboş, R.-A., Bunea, O.-I., & Jiroveanu, D.-C. (2023). The Effects of Strategic Procurement 4.0 Performance on Organizational Competitiveness in the Circular Economy. *Logistics*, 7(1), 2-13. <https://doi.org/10.3390/logistics7010013>
- Daddi, T., Ceglia, D., Bianchi, G., & de Barcellos, M. D. (2019). Paradoxical tensions and corporate sustainability: A focus on circular economy business cases. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 26(4), 770–780. <https://doi.org/10.1002/csr.1719>
- Demiroz, F., & Haase, T. W. (2019). The concept of resilience: a bibliometric analysis of the emergency and disaster management literature. *Local Government Studies*, 45(3), 308–327. <https://doi.org/10.1080/03003930.2018.1541796>
- Di Maio, F., Rem, P. C., Baldé, K., y Polder, M. (2017). Measuring resource efficiency and circular economy: A market value approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 122, 163–171. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.02.009>
- Duque, P., Meza, O. E., Giraldo, D., y Barreto, K. (2021). Economía Social y Economía Solidaria: un análisis bibliométrico y revisión de literatura. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, (138), 1-25. <https://doi.org/10.5209/reve.75566>
- Duque, P., Trejos, D., Hoyos, O., y Mesa, J. C. C. (2021b). Finanzas corporativas y sostenibilidad: un análisis bibliométrico e identificación de tendencias. *Semestre Económico*, 24(56), 25–51. <https://doi.org/10.22395/seec.v24n56a1>
- Duque, P., y Oliva, E. J. D. (2022). Tendencias emergentes en la literatura sobre el compromiso del cliente: un análisis bibliométrico. *Estudios Gerenciales*, 38(162), 120–132. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2022.162.4528>
- Echchakoui, S. (2020). Why and how to merge Scopus and Web of Science during bibliometric analysis: the case of sales force literature from 1912 to 2019. *Journal of Marketing Analytics*, 8(3), 165–184. <https://doi.org/10.1057/s41270-020-00081-9>
- Felix, C. B., Ubando, A. T., Chen, W.H., Goodarzi, V., y Ashokkumar, V. (2022). COVID-19 and industrial waste mitigation via thermochemical technologies towards a circular economy: A state-of-the-art review. *Journal of Hazardous Materials*, 423(Pt B), 2-15. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127215>
- Gandolfo, A., & Lupi, L. (2021). Circular economy, the transition of an incumbent focal firm: How to successfully reconcile environmental and economic sustainability? *Business Strategy and the Environment*, 30(7), 3297–3308. <https://doi.org/10.1002/bse.2803>

- García-Saravia Ortiz-de-Montellano, C., Samani, P., & van der Meer, Y. (2023). How can the circular economy support the advancement of the Sustainable Development Goals (SDGs)? A comprehensive analysis. *Sustainable Production and Consumption*, 40, 352–362. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.07.003>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., y Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of cleaner production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of cleaner production*, 114, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Gil Lamata, M. (2022). The circular economy and sustainability: A systematic literature review. *Cuadernos de gestión*, 22(1), 129–142. <https://doi.org/10.5295/cdg.211492mg>
- Gupta, J., y Vegelin, C. (2016). Sustainable development goals and inclusive development. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 16(3), 433–448. <https://doi.org/10.1007/s10784-016-9323-z>
- Gurzki, H., & Woisetschläger, D. M. (2017). Mapping the luxury research landscape: A bibliometric citation analysis. *Journal of business research*, 77, 147–166. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.11.009>
- Hanumante, N. C., Shastri, Y., & Hoadley, A. (2019). Assessment of circular economy for global sustainability using an integrated model. *Resources, Conservation and Recycling*, 151(2019), 2-13. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104460>
- Happonen, A., & Ghoreishi, M. (2022). A mapping study of the current literature on digitalization and industry 4.0 technologies utilization for sustainability and circular economy in textile industries. En *Proceedings of Sixth International Congress on Information and Communication Technology* (pp. 697–711). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2102-4_63
- Haupt, M., y Hellweg, S. (2019). Measuring the environmental sustainability of a circular economy. *Environmental and Sustainability Indicators*, (1-2), 2-7. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2019.100005>
- Hernández-Chover, V., Castellet-Viciano, L., Fuentes, R., & Hernández-Sancho, F. (2023). Circular economy and efficiency to ensure the sustainability in the wastewater treatment plants. *Journal of cleaner production*, 384, 135-563. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135563>
- Hopwood, B., Mellor, M., & O'Brien, G. (2005). Sustainable development: mapping different approaches. *Sustainable Development*, 13(1), 38–52. <https://doi.org/10.1002/sd.244>
- Hoyos, O., Castro Duque, M., León, N. T., Salazar, D. T., Montoya-Restrepo, L. A., Montoya-Restrepo, I. A., y Duque, P. (2023). Gobierno corporativo y desarrollo sostenible: un análisis bibliométrico. *Revista CEA*, 9(19), 2-28. <https://doi.org/10.22430/24223182.2190>

- Hoyos, O., Duque, P., García, D., & Giraldo, S. (2022). Producción científica sobre economía verde y sostenibilidad: una revisión de la investigación mundial. *FACES. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales*, 30(2), 77–99. <https://doi.org/10.18359/rfce.5846>
- Hurtado, P. D., y Ortiz, D. O. (2022). Perspectivas y tendencias de investigación en emprendimiento social. *Desarrollo Gerencial*, 14(1), 1–26. <https://doi.org/10.17081/dege.14.1.5082>
- Ingrao, C., Arcidiacono, C., Siracusa, V., Niero, M., & Traverso, M. (2021). Life cycle sustainability analysis of resource recovery from waste management systems in a circular economy perspective key findings from this special issue. *Resources*, 10(4), 32. <https://doi.org/10.3390/resources10040032>
- Jacomy, M., Venturini, T., Heymann, S., y Bastian, M. (2014). ForceAtlas2, a continuous graph layout algorithm for handy network visualization designed for the Gephi software. *PLoS One*, 9(6), 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098679>
- Khan, I. S., Ahmad, M. O., & Majava, J. (2021). Industry 4.0 and sustainable development: A systematic mapping of triple bottom line, Circular Economy and Sustainable Business Models perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 297(May 2021), 2-14. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126655>
- Khan, S. A. R., Razzaq, A., Yu, Z., & Miller, S. (2021). Industry 4.0 and circular economy practices: A new era business strategies for environmental sustainability. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 4001–4014. <https://doi.org/10.1002/bse.2853>
- Kirchherr, J., Reike, D., y Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Knäble, D., de Quevedo Puente, E., Pérez-Cornejo, C., y Baumgärtler, T. (2022). The impact of the circular economy on sustainable development: A European panel data approach. *Sustainable Production and Consumption*, 34, 233–243. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.09.016>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological economics: the journal of the International Society for Ecological Economics*, 143, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Kravchenko, M., Pigosso, D. C. A., & McAloone, T. C. (2020). A procedure to support systematic selection of leading indicators for sustainability performance measurement of circular economy initiatives. *Sustainability: Science Practice and Policy*, 12(3), 951. <https://doi.org/10.3390/su12030951>
- Kravchenko, M., Pigosso, D. C. A., y McAloone, T. C. (2019). Towards the ex-ante sustainability screening of circular economy initiatives in manufacturing companies: Consolidation of leading sustainability-related performance indicators. *Journal of cleaner production*, 241, 2-17. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118318>

- Kristensen, H. S., y Mosgaard, M. A. (2020). A review of micro level indicators for a circular economy – moving away from the three dimensions of sustainability? *Journal of cleaner production*, 243, 118-531. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118531>
- Kurniawan, T. A., Maiurova, A., Kustikova, M., Bykovskaia, E., Othman, M. H. D., & Goh, H. H. (2022). Accelerating sustainability transition in St. Petersburg (Russia) through digitalization-based circular economy in waste recycling industry: A strategy to promote carbon neutrality in era of Industry 4.0. *Journal of cleaner production*, 363, 132452. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132452>
- Lahane, S., & Kant, R. (2022). Investigating the sustainable development goals derived due to adoption of circular economy practices. *Waste Management*, 143 (April 2022), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.02.016>
- Lim, M. K., Lai, M., Wang, C., & Lee, S. Y. (2022). Circular economy to ensure production operational sustainability: A green-lean approach. *Sustainable Production and Consumption*, 30 (March 2022), 130–144. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.12.001>
- Loaiza, Y., Patiño, M., Umaña, O., y Duque, P. (2023). What is new in metacognition research? Answers from current literature. *Educación y Educadores*, 25(3), 1–24. <https://doi.org/10.5294/edu.2022.25.3.5>
- Lombardi, G. V., Gastaldi, M., Rapposelli, A., & Romano, G. (2021). Assessing efficiency of urban waste services and the role of tariff in a circular economy perspective: An empirical application for Italian municipalities. *Journal of Cleaner Production*, 323(129097), 2-10. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129097>
- Lulaj, E., Dragusha, B., & Hysa, E. (2023). Investigating Accounting Factors through Audited Financial Statements in Businesses toward a Circular Economy: Why a Sustainable Profit through Qualified Staff and Investment in Technology? *Administrative Sciences*, 13(3), 2-28. <https://doi.org/10.3390/admsci13030072>
- Mesa, J., Esparragoza, I., & Maury, H. (2018). Developing a set of sustainability indicators for product families based on the circular economy model. *Journal of Cleaner Production*, 196, 1429–1442. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.131>
- Mogollón, J. O., Andrade, J. M. M., y Duque, P. (2022). Responsabilidad social empresarial y América Latina: una revisión de literatura. *Equidad y Desarrollo*, 1(40), 3. <https://doi.org/10.19052/eq.vol1.iss40.3>
- Moraga, G., Huysveld, S., De Meester, S., & Dewulf, J. (2022). Resource efficiency indicators to assess circular economy strategies: A case study on four materials in laptops. *Resources, Conservation and Recycling*, 178(March 2022), 2-13. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106099>
- Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G. A., Alaerts, L., Van Acker, K., de Meester, S., & Dewulf, J. (2019). *Circular economy indicators: What do they measure?* *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 452–461. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045>

- Morales, M. E., y Belmonte-Urena, L. J. (2021). Theoretical research on circular economy and sustainability trade-offs and synergies: A bibliometric analysis. 2021 IEEE International Conference on Technology and Entrepreneurship (ICTE). 2021 IEEE International Conference on Technology and Entrepreneurship (ICTE). <https://doi.org/10.1109/ict51655.2021.9584537>
- Näyhä, A. (2019). Transition in the Finnish forest-based sector: Company perspectives on the bioeconomy, circular economy, and sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 209, 1294–1306. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.260>
- Ness, D. (2008). Sustainable urban infrastructure in China: Towards a Factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure systems. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 15(4), 288–301. <https://doi.org/10.3843/SusDev.15.4:2a>
- Nguyen, M. D., Thomas, M., Surapaneni, A., Moon, E. M., & Milne, N. A. (2022). Beneficial reuse of water treatment sludge in the context of circular economy. *Environmental Technology y Innovation*, 28 (November 2022), 2-11. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102651>
- Ogunmakinde, O. E., Egbelakin, T., & Sher, W. (2022). Contributions of the circular economy to the UN sustainable development goals through sustainable construction. *Resources, Conservation and Recycling*, 178(March 2022), 2-13. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106023>
- Opferkuch, K., Caeiro, S., Salomone, R., y Ramos, T. B. (2021). Circular economy in corporate sustainability reporting: A review of organisational approaches. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 4015–4036. <https://doi.org/10.1002/bse.2854>
- Panchal, R., Singh, A., y Diwan, H. (2021). Does circular economy performance lead to sustainable development? - A systematic literature review. *Journal of Environmental Management*, 293, 2-21. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112811>
- Parris, T. M., & Kates, R. W. (2003). Characterizing and measuring sustainable development. *Annual review of environment and resources*, 28(1), 559–586. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105551>
- Patyal, V. S., Sarma, P. R. S., Modgil, S., Nag, T., y Dennehy, D. (2022). Mapping the links between Industry 4.0, circular economy and sustainability: a systematic literature review. *Journal of Enterprise Information Management*, 35(1), 1–35. <https://doi.org/10.1108/jeim-05-2021-0197>
- Persson, O., & Hinton, J. B. (2023). Second-hand clothing markets and a just circular economy? Exploring the role of business forms and profit. *Journal of cleaner production*, 390 (March 2023), 2-11. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136139>
- Pieroni, M. P. P., McAlloone, T. C., & Pigosso, D. C. A. (2019). Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. *Journal of Cleaner Production*, 215, 198–216. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.036>

- Pomponi, F., & Moncaster, A. (2017). Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of cleaner production*, *143* (February 2017), 710–718. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>
- Ramos, V., Duque, P., y Vieira, J. A. (2021). Responsabilidad Social Corporativa y Emprendimiento: evolución y tendencias de investigación. *Desarrollo Gerencial*, *13*(1), 1–34. <https://doi.org/10.17081/dege.13.1.4210>
- Restrepo, C. A. D., Patiño, M., Duque, P., Cervantes, L. S. C., & Rivera, A. F. (2023). Financial Performance in Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): A Bibliometric Analysis of Scientific Production. *Apuntes del Cenes*, *42*(75). <https://doi.org/10.19053/01203053.v42.n75.2023.14714>
- Robledo, S., Duque, P., & Aguirre, A. M. G. (2023). Word of Mouth Marketing: A Scientometric Analysis. Warsan wichai wittthayasat / Khana Wittthayasat Chulalongkon Mahawitthayalai = The Journal of scientific research / Faculty of Science, Chulalongkorn University, *11*(3), 436–446. <https://doi.org/10.5530/jscires.11.3.47>
- Robledo, S., Zuluaga, M., Valencia-Hernandez, L.-A., Arbelaez-Echeverri, O. A.-E., Duque, P., & Alzate-Cardona, J.-D. (2022). Tree of Science with Scopus: A Shiny Application. *Issues in Science and Technology Librarianship*, *100*. <https://doi.org/10.29173/istl2698>
- Rodríguez, A. M. B., Hurtado, P. L. D., y Villegas, V. L. M. (2022). Neurociencia y comportamiento del consumidor. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, *18*(35). <https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v18i35.3855>
- Sanchez, B., Ballinas-Gonzalez, R., Rodriguez-Paz, M. X., & Nolzco-Flores, J. A. (2020). Integration of circular economy principles for developing sustainable development competences in higher education: an analysis of bachelor construction management courses. 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). <https://doi.org/10.1109/educon45650.2020.9125307>
- Sarfraz, M., Ivascu, L., Belu, R., & Artene, A. (2021). Accentuating the interconnection between business sustainability and organizational performance in the context of the circular economy: The moderating role of organizational competitiveness. *Business Strategy and the Environment*, *30*(4), 2108–2118. <https://doi.org/10.1002/bse.2735>
- Sauvé, S., Bernard, S., & Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, *17*, 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>
- Schaubroeck, T., Gibon, T., Igos, E., y Benetto, E. (2021). Sustainability assessment of circular economy over time: Modelling of finite and variable loops y impact distribution among related products. *Resources, Conservation and Recycling*, *168*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105319>

- Schaubroeck, T., Petucco, C., & Benetto, E. (2019). Evaluate impact also per stakeholder in sustainability assessment, especially for financial analysis of circular economy initiatives. *Resources, Conservation and Recycling*, (150), 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104411>
- Sharma, H. B., Vanapalli, K. R., Samal, B., Cheela, V. R. S., Dubey, B. K., y Bhattacharya, J. (2021). Circular economy approach in solid waste management system to achieve UN-SDGs: Solutions for post-COVID recovery. *The Science of the Total Environment*, 800, 2-17. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149605>
- Shehata, N., Mohamed, O. A., Sayed, E. T., Abdelkareem, M. A., & Olabi, A. G. (2022). Geopolymer concrete as green building materials: Recent applications, sustainable development and circular economy potentials. *The Science of the Total Environment*, 836 (25 august), 3-18. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155577>
- Singh, R., Khan, S., y Centobelli, P. (2022). Investigating the Interplay between Social Performance and Organisational Factors Supporting Circular Economy Practices. *Sustainability: Science Practice and Policy*, 14(24), 2-14. <https://doi.org/10.3390/su142416781>
- Sinha, E. (2022). Identifying enablers and outcomes of circular economy for sustainable development: A systematic literature review. *Business Strategy y Development*, 5(2), 232-244. <https://doi.org/10.1002/bsd2.195>
- Stephenson, P. J., & Damerell, A. (2022). Bioeconomy and Circular Economy Approaches Need to Enhance the Focus on Biodiversity to Achieve Sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/su141710643>
- Stewart, R., y Niero, M. (2018). Circular economy in corporate sustainability strategies: A review of corporate sustainability reports in the fast-moving consumer goods sector. *Business Strategy and the Environment*, 27(7), 1005–1022. <https://doi.org/10.1002/bse.2048>
- Suárez-Eiroa, B., Fernández, E., Méndez-Martínez, G., & Soto-Oñate, D. (2019). Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. *Journal of Cleaner Production*, 214, 952–961. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.271>
- Suárez-Eiroa, B., Fernández, E., y Méndez, G. (2021). Integration of the circular economy paradigm under the just and safe operating space narrative: Twelve operational principles based on circularity, sustainability and resilience. *Journal of Cleaner Production*, 322, 2-13. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129071>
- Sudusinghe, J. I., y Seuring, S. (2022). Supply chain collaboration and sustainability performance in circular economy: A systematic literature review. *International Journal of Production Economics*, 245(March 2022), 2-18. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108402>
- Tang, Y. M., Chau, K. Y., Fatima, A., & Waqas, M. (2022). Industry 4.0 technology and circular economy practices: business management strategies for environmental sustainability. *Environmental Science*

and Pollution Research International, 29(33), 49752–49769. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19081-6>

Tapaninaho, R., & Heikkinen, A. (2022). Value creation in circular economy business for sustainability: A stakeholder relationship perspective. *Business Strategy and the Environment*, 31, 2728–2740. <https://doi.org/10.1002/bse.3002>

Trejos-Salazar, D. F., Duque, P. L., Montoya, L. A., y Montoya, I. A. (2021). Neuroeconomía: una revisión basada en técnicas de mapeo científico. *Revista de investigación, desarrollo e innovación*, 11(2), 243–260. <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n2.2021.12754>

Uribe-Toril, J., Ruiz-Real, J. L., Galindo Durán, A. C., Torres Arriaza, J. A., & de Pablo Valenciano, J. (2022). The Circular Economy and retail: using Deep Learning to predict business survival. *Environmental Sciences Europe*, 34(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00582-z>

Valencia, H. D. S., Robledo, S., Pinilla, R., Duque, M. N. D., & Gerard, O. T. (2020). SAP Algorithm for Citation Analysis: An improvement to Tree of Science. *Ingeniería e Investigación*, 40(1), 45–49. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v40n1.77718>

Wallis, W. D. (2007). *A Beginner's Guide to Graph Theory* (Springer (ed.)). Birkhäuser Boston. <https://doi.org/10.1007/978-0-8176-4580-9>

Wced, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. *Our common future*, 17(1), 1–91. https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/152/WCED_v17_doc149.pdf

Yang, S., Keller, F. B., & Zheng, L. (2016). *Social Network Analysis: Methods and Examples*. SAGE Publications.

Zhu, J., y Liu, W. (2020). A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, 123(1), 321–335. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03387-8>

Zuluaga, M., Robledo, S., Arbelaez-Echeverri, O., Osorio-Zuluaga, G. A., & Duque-Méndez, N. (2022). Tree of Science - ToS: A Web-Based Tool for Scientific Literature Recommendation. Search Less, Research More! *Issues in Science and Technology Librarianship*, 100. <https://doi.org/10.29173/istl2696>

Zupic, I., y Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>

Zuschke, N. (2020). An analysis of process-tracing research on consumer decision-making. *Journal of business research*, 111, 305–320. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.028>