

Ciencia Nicolaita 88

ISSN: 2007-7068



Universidad
Michoacana
de San Nicolás
de Hidalgo

El impacto de la tecnología en la economía circular: Un análisis bibliométrico (2012-2022)

The impact of technology on the circular economy: A bibliometric analysis (2012-2022)

Jesús Hernández-Sánchez y Diana Barrón-Villaverde*

Para citar este artículo: Hernández-Sánchez Jesús y Barrón-Villaverde Diana, 2023. El impacto de la tecnología en la economía circular: Un análisis bibliométrico (2012-2022). Ciencia Nicolaita no. 88, 189-202.

DOI: <https://doi.org/10.35830/cn.vi88.655>



Historial del artículo:

Recibido: 15 de mayo de 2022

Aceptado: 11 de noviembre de 2022

Publicado en línea: agosto de 2023



Ver material suplementario



Correspondencia de autor: diana.barronv01@gmail.com



Términos y condiciones de uso: <https://www.cic.cn.umich.mx/cn/about/privacy>



Envíe su manuscrito a esta revista: <https://www.cic.cn.umich.mx/cn/about/submissions>

El impacto de la tecnología en la economía circular: Un análisis bibliométrico (2012-2022)

The impact of technology on the circular economy: A bibliometric analysis (2012-2022)

Jesús Hernández-Sánchez¹ y Diana Barrón-Villaverde^{1,2}

¹Universidad Politécnica de Tulancingo, Hidalgo, México.

²Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Decanato de Ingeniería, Posgrado en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología, Puebla, México.

Resumen

El presente estudio tiene la finalidad de identificar y analizar las tendencias de desarrollo científico en temas relacionados con tecnología y economía circular, utilizando las bases de datos Web of Science (WoS) propiedad de Clarivate Analytics, así como Scopus propiedad de Elsevier, recuperando 85 artículos publicados de 2012 a 2022, los cuales fueron sometidos a un análisis bibliométrico. En este sentido, el desarrollo se realizó a partir de métricas como producción científica anual, revistas más citadas, producción científica por país, autores con mayor impacto, afiliaciones más relevantes, número de ocurrencias de las palabras, índice de co-ocurrencia y mapa temático. Finalmente, los resultados proporcionan evidencia de desarrollo científico en temas emergentes como economía circular, desarrollo sostenible en relación con la tecnología y la industria 4.0.

Palabras clave: análisis bibliométrico, biblioshiny, economía circular, tecnología, revistas.

Abstract

The present study aims to identify and analyze scientific development trends in topics related to technology and circular economy using Web of Science (WoS) database owned by Clarivate Analytics and Scopus owned by Elsevier by retrieving 85 articles published from 2012 to 2022 subjected to a bibliometric analysis. In this sense, the development was carried out based on metrics such as annual scientific production, most cited journals, scientific production by country, authors with the highest impact, most relevant affiliations, number of occurrences of words, co-occurrence index and thematic map. Finally, the results provide evidence of scientific development in emerging topics such as: circular economy, sustainable development in relation to technology and industry 4.0.

Keywords: bibliometric analysis, biblioshiny, circular economy, technology, journals.



Introducción

En las últimas décadas ha sido común hablar de la sobreexplotación de los recursos naturales, así como de la paulatina degradación ambiental como consecuencia de la rápida expansión del consumo de materiales a nivel mundial, siendo la presión demográfica y el desarrollo económico los principales impulsores del cambio ambiental, seguido de la rápida urbanización y la aceleración de la innovación tecnológica, íntimamente relacionadas con modalidades diferenciadas de consumo y producción a nivel mundial (Canales, 2022).

Si bien el desarrollo económico ha contribuido a disminuir los niveles de pobreza, mejorar el acceso a la salud y a la educación en la mayoría de las regiones, el actual modelo económico no considera las repercusiones en el medio ambiente y sus impactos. De acuerdo al GEO-6 (The sixth Global Environment Outlook), en el siglo XXI la demanda de bienes de consumo aumentó en 34 veces más los materiales de construcción, 27 veces más los minerales, 12 veces más los combustibles fósiles y 3,6 veces más la biomasa con respecto a los años anteriores. Esto supone que, de no cambiar los patrones de producción y consumo, será imposible mantener de forma sostenible a una población estimada para el 2050 de 10, 000 millones de personas (Fiedler, 2022).

En este sentido, la economía circular (EC) ha surgido con el objetivo de promover una producción y consumo más sustentable, considerando el continuo crecimiento ante un escenario de recursos limitados (Nieves, 2022). Sin embargo, el término va más allá de esta mecánica, ya que centra su atención en la optimización de los sistemas vivos. Lo anterior, tiene una estrecha relación con la gestión del flujo de materiales biológicos (diseñados para volver a entrar en la biosfera) o técnicos (diseñados para circular con alta calidad sin entrar a la biosfera) (Pérez *et al.*, 2022).

El nuevo paradigma supone una solución ante la rápida expansión del consumo de materiales; no obstante, aún existen diversas barreras que impiden la implementación de la EC. Estas tienen que ver con falta de voluntad política para desarrollar instrumentos económicos y financieros para las empresas; falta

de capacidad técnica, de personal calificado y de control de la calidad de productos de una empresa, lo que dificulta el desarrollo y buen desempeño de instalaciones de renovación; limitada capacidad humana e institucional para promover la participación pública en la EC, así como programas de gestión ambiental e instalaciones en las organizaciones; baja disponibilidad por parte de los consumidores para pagar por los productos restaurados/renovados, debido a la mayor percepción de riesgo y a una menor percepción de calidad (Ramírez, 2022).

Entre todas estas, cabe destacar la importancia de la barrera tecnológica, sobre todo en la transición hacia la EC, la cual hace referencia a las limitaciones tecnológicas, por ejemplo, la incertidumbre en el fin de la vida de los productos, la gestión de calidad, los desafíos de diseño para crear o mantener su durabilidad, entre otros (Ramírez 2022). Si bien hoy en día es evidente la expansión de tecnologías digitales, la relación que existe entre estas y la EC es pequeña, por tal motivo, es necesario continuar generando conocimiento derivado de la investigación de esta relación y poder evidenciarlo mediante diversos casos de estudio.

Las tecnologías digitales como el big data y el internet de las cosas, pueden ser piezas clave en la transición hacia la EC (Pimenta, 2022); sin embargo, es un campo aún por explorar en futuras investigaciones. Al respecto, una de las preguntas que surge es, precisamente, si al hablar de EC es posible concebir la tecnología de información como una pieza clave y fundamental. Más aún, ¿qué evidencias existen de la contribución y el impacto de la tecnología en la EC?

Objetivo general

El objetivo de la presente investigación es realizar un análisis bibliométrico descriptivo de la producción científica de propuestas internacionales en relación con la tecnología de información y la EC por medio de base de datos Scopus y Web of Science (WoS), durante el periodo comprendido entre 2012 y 2022.

Revisión de literatura

El presente estudio reconoce que la EC es un paradigma que emerge en respuesta a la necesidad de desvincular la presión ambiental del crecimiento económico. Si bien el concepto no es nuevo, hoy en día existe poca claridad e incluso diferencias en cuanto a su conceptualización, características, definición de sus objetivos, implementación, inclusive es necesario desarrollar indicadores para medir el progreso de su desempeño. Existe también una constante interrogante en cuanto a la relación entre la tecnología y la EC; de ahí la relevancia de esta investigación, de explorar esta relación y conocer la contribución de la tecnología en la transición del modelo económico lineal al circular. Este trabajo pretende contribuir a identificar vacíos de conocimiento relacionados con el impacto de la tecnología en la EC. El artículo se organizó en las siguientes secciones: a) revisión de la literatura; b) presentación de la metodología; c) análisis descriptivo que comprende la estructura conceptual e intelectual; d) conclusiones y futuras líneas de investigación.

Metodología

El análisis bibliométrico ayuda a explorar, organizar y analizar gran cantidad de datos históricos, permitiendo encontrar patrones no evidentes útiles para el avance de las investigaciones y el desarrollo científico, e incluso entender el pasado y potencialmente pronosticar el futuro (Gamonedá, 2022). Para llevar a cabo el análisis bibliométrico, el 11 marzo de 2022 se realizó la búsqueda de los artículos relacionados con el tema de estudio en las bases de datos WoS y Scopus.

Con la finalidad de identificar el conocimiento existente en las investigaciones relacionadas con el impacto de la tecnología en la EC, se realizó un análisis descriptivo utilizando técnicas bibliométricas para

analizar cuantitativamente la información existente de fuentes escritas. Dichas técnicas han sido utilizadas anteriormente con el propósito de identificar a los autores más citados, las palabras clave más mencionadas y las fuentes donde fueron publicados los artículos que describen mejor los conceptos de EC y sustentabilidad (Castro, 2022). Estudios más recientes las han utilizado para analizar la evolución del conocimiento científico en las regiones políticas geográficas más productivas en el campo, como la Unión Europea y China (Fonseca, 2022).

Para esta investigación, la revisión de la literatura consistió, en primer lugar, en la búsqueda de información en las bases de datos WoS y Scopus. Es importante señalar que, en una primera búsqueda, se consideraron las palabras clave y operadores, por ejemplo, (TITLE ("smart cit*") AND TITLE ("circular econom*")) en el título, abstract o palabras clave, con lo cual se obtuvieron como resultados tres documentos. En segundo lugar, (TITLE ("Smart") AND TITLE ("circular econom*")) de modo que se obtuvieron 16 documentos. En tercer lugar, (TITLE ("tech*") AND TITLE ("circular econom*")) de tal forma que se obtuvieron 85 documentos. Por último, (TITLE ("Industry 4.0") AND TITLE ("circular econom*")) con lo cual se obtuvieron 20 documentos. Por lo anterior, la búsqueda número tres en donde se obtuvieron 85 documentos, fue la seleccionada para realizar el presente análisis bibliométrico, ya que se alinea a los intereses del tema en cuestión. Los resultados de la búsqueda se presentan en la Tabla 1.

Al finalizar las primeras búsquedas se obtuvieron y descargaron archivos con extensiones .BIB, .TXT y .CSV para posteriormente realizar el procesamiento. Por otro lado, el total de documentos examinados fueron (85), los cuales incluyen artículos (49), documentos de conferencias (20), revisiones (8), capítulos de libros (4), editoriales (1), notas (1), ensayos (2) y libros (0). El

Tabla 1
Resultados de las primeras búsquedas en WoS y Scopus

	Cadena de búsqueda	Resultados
1	(TITLE ("smart cit*") AND TITLE ("circular econom*"))	3 documentos
2	(TITLE ("Smart") AND TITLE ("circular econom*"))	16 documentos
3	(TITLE ("tech*") AND TITLE ("circular econom*"))	85 documentos
4	(TITLE ("Industry 4.0") AND TITLE ("circular econom*"))	20 documentos

Fuente: Elaboración propia a partir de las búsquedas en WoS y Scopus.



análisis de los resultados se realizó con el software bibliometrix, herramienta de código abierto para ejecutar un análisis exhaustivo de la literatura científica basado en el lenguaje de programación R versión 3.6.2 (2019-12-12), para ser flexible y facilitar la integración de otros paquetes estadísticos y gráficos.

The R Foundation for Statistical Computing, permitió llevar a cabo un análisis confiable de la información obtenida. Para ello, se cargó el archivo comprimido en .zip que incluía los registros con extensiones .csv, .bib y .txt, lo que permitió el análisis de la información mediante tablas y gráficos que muestran la relevancia de los resultados. Cabe destacar la importancia de los estudios bibliométricos, los cuales son cada vez más aceptados, así como las técnicas bibliométricas han sido reconocidas como un enfoque sistemático relevante, donde el análisis de su contenido permite una comprensión profunda de las investigaciones y de sus relaciones (Castro, 2022).

Análisis descriptivo

En la primera etapa, el análisis de la información comprendió un estudio descriptivo donde se identificó: a) la producción científica anual global, b) la producción científica por país, c) las revistas líderes en materia de EC y tecnología, y d) los autores citados frecuentemente. En una segunda etapa, se analizó la estructura conceptual e intelectual para identificar los principales temas de investigación y los que han sido profundizados en los últimos años, así como las redes de co-citado de autores.

Producción científica anual

La producción científica (PC) es considerada como la parte materializada del conocimiento generado, es más que un conjunto de documentos almacenados en una institución de información; se considera también que contempla todas las actividades académicas y de un investigador. Hablar de PC para muchos, es referirse inmediatamente al resultado en forma de publicaciones de trabajos de investigación y de innovación en las respectivas áreas disciplinares (Ramírez et al., 2022).

Revistas más citadas

El factor de impacto es una medida aceptada universalmente y su principal uso se encuentra en la evaluación y calificación de las revistas periódicas de

acuerdo a su número de citas. El factor de impacto lo determina el Instituto de Información Científica (ISI, por sus siglas en inglés llamado actualmente Thomson ISI). El Thomson ISI fue fundado en 1958 con la función de dar a los investigadores un acceso a información relacionada con la investigación científica de alta calidad (Castro, 2022).

Producción científica por país

En los últimos años han aparecido estudios destinados a evaluar el avance científico, académico, e incluso los medios de difusión científica. Todos presentan criterios y variables que permiten comparaciones internacionales. En este sentido, la producción de ciencia es uno de los factores críticos de desarrollo para los países. Tradicionalmente, en Latinoamérica, los indicadores de desarrollo de la ciencia en términos de publicaciones e impacto, se encuentran más alejados de los estándares de países con mayor desarrollo científico y tecnológico (Aponte, 2022).

Autores más citados

Hirsch indica que se pueden clasificar a los autores según su índice h de la siguiente forma: 1) si logra un índice h de 20 después de 20 años de actividad científica, se le caracteriza como un científico exitoso; 2) cuando alcanza un índice h de 40 tras 20 años de actividad, se le reconocería como un autor sobresaliente y es probable que se encuentre en universidades de renombre o en laboratorios de investigación; y 3) si obtiene un índice h de 60 después de 20 años o 90 después de 30, nos encontraríamos ante individuos que son únicos y extraordinarios (Jiménez, 2022).

Análisis de la estructura conceptual y estructural

El análisis de la estructura conceptual se desarrolló con la finalidad de identificar los principales temas y conceptos en los que se ha profundizado la investigación científica, así como identificar la red de coocurrencia de palabras clave. Para ello, se filtraron los resultados por las palabras clave que se presentaban con mayor frecuencia en los resúmenes de los artículos. El análisis dio un total de 189 términos examinados. El diámetro de los círculos representa la frecuencia de las palabras clave en los resúmenes, donde los círculos con el mayor diámetro representan los temas más investigados y donde el grosor de las líneas representa la fuerza en la que se relacionan dos temas.

El análisis intelectual se basó en la co-citación de autores con la finalidad de identificar escuelas de pensamiento en el discurso académico, es decir, los estudios del mismo autor representan un cuerpo de conocimientos y los autores que tienen trabajos relacionados se citan juntos. Para la red de co-citado, se tomó en consideración el parámetro por autores. Se seleccionaron 425 nodos, lo que representa la red de cocitado de autores que aparecen conjuntamente en los 85 artículos seleccionados de la base de datos. Los autores que aparecen al centro del mapa de cocitado, representan una mayor vinculación con otros autores y se interpreta como los autores de mayor influencia.

Índice de co-ocurrencia

El análisis de co-ocurrencia de palabras centra su atención en el contenido de esos documentos. Se entiende por co-ocurrencia de palabras, la aparición conjunta de dos términos en un corpus textual dado. Esta técnica se encarga de analizar el contenido de un texto a partir de la ocurrencia conjunta de pares de ítems, representados por términos o palabras que permiten identificar relaciones entre conceptos dentro de un determinado dominio, en este caso, la EC (López, 2022).

Mapa temático

Se utiliza el mapa temático para delinear la estructura conceptual del tema (Della, 2022). Los mapas temáticos transmiten -comunican-, a partir de representaciones gráficas de algún fenómeno del que conocemos, una información que lo describe (Barón, 2022).

Mapa de análisis factorial

Según Castro (2022), los métodos de reducción de espacio permiten reducir el espacio no dimensional en otro de dos o tres dimensiones para representar la estructura de un dominio en un papel o en la pantalla de un ordenador. Entre los principales métodos están: el análisis de clústeres, el escalamiento multidimensional, el análisis factorial y los métodos de poda. El análisis factorial se suele usar como complemento del análisis de clústeres y del escalamiento multidimensional. Esta técnica intenta explicar las interrelaciones entre las variables originales mediante la creación de factores.

Resultados

En la **Figura 1** se muestran los diez años (2012-2022) con las estadísticas de producción científica anual relacionadas con el tema de EC y tecnología. Los datos indican que en el 2021 se publicaron un total de 23 artículos, seguido de 2020 con 18 artículos. En el caso de 2019, se alcanzó la cifra de ocho artículos, mientras que en el 2013 fueron siete artículos. Para los primeros meses de 2022, se habían publicado 16 artículos. En este sentido, y considerando los datos al finalizar el año 2022, seguramente se alcanzará una cifra histórica.

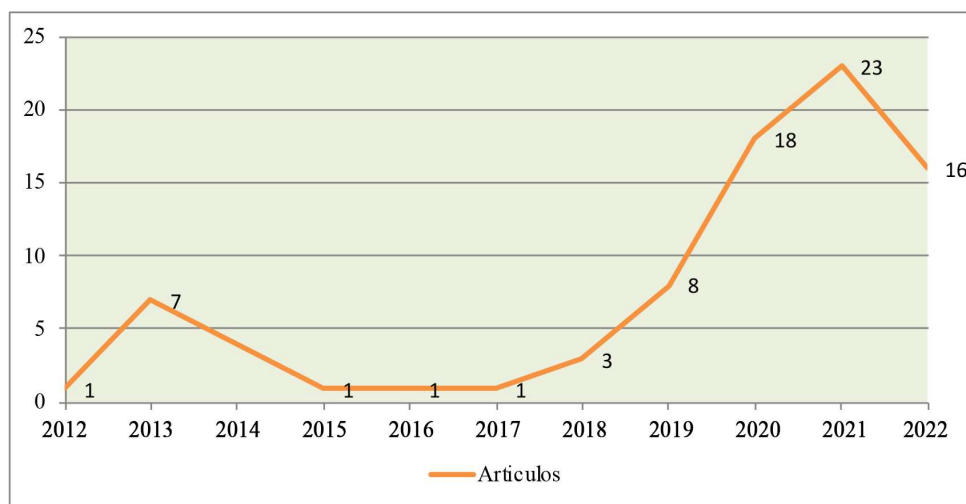


Figura 1. Producción científica anual. Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus y WoS.

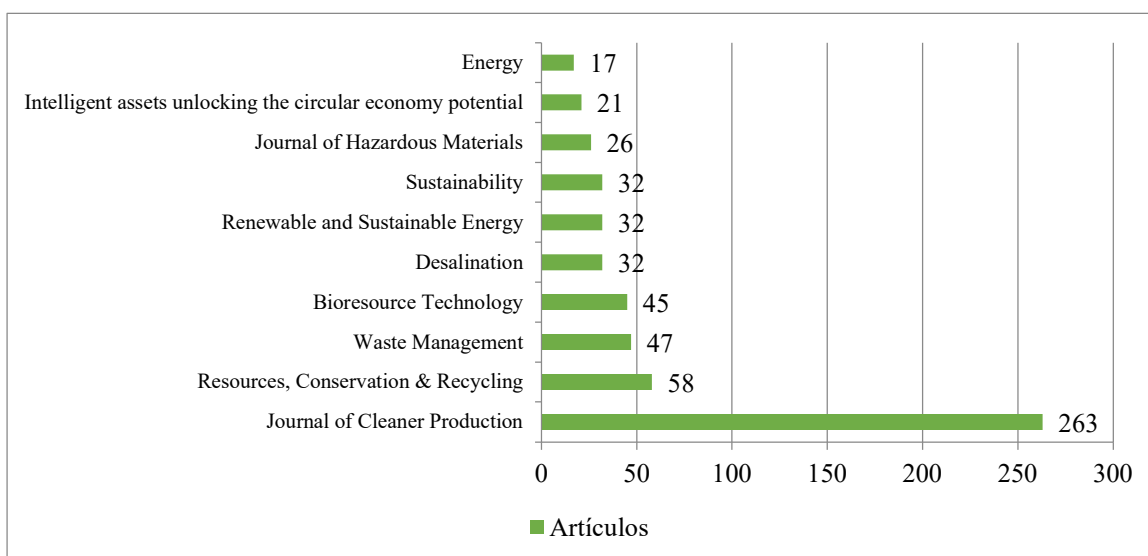


Figura 2. Revistas más citadas. Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus y WoS.

En referencia a los indicadores obtenidos de las bases de datos WoS y Scopus, se muestra en la **Figura 2** las revistas más citadas, siendo *Journal of Cleaner Production*, la que tiene una cantidad de 263 citas que la coloca en la primera posición del top 10; la revista *Resources, Conservation & Recycling* se coloca en la segunda posición con 58 citas; en tercer lugar, se encuentra *Waste Management* con 47 citas; y en último lugar está *Energy* con 17 citas.

La **Figura 3** muestra las tendencias de producción científica de los 10 principales países a nivel mundial productores de ciencia en EC y tecnología. Sobresale una marcada tendencia al alza en China con 33 artículos, seguidos del Reino Unido con 23 artículos y España con 15 artículos. Por otro lado, Bélgica y Dinamarca se posicionan en los últimos lugares con solo cinco artículos publicados entre los años 2012 y 2022.

En cuanto al impacto de los autores, según el número de citas de sus artículos, en la **Figura 4** Adrodegari F., Bressanelli G., Perona M., Sacconi N., Sarkis J., Binder C., y Jedelhauser M., tienen un índice h de 2, mientras que Azapagic A., Alencastro V., y Van Der Leer J., tienen un índice h de 1. Por lo anterior, es importante indicar que los autores son citados un número determinado de veces; sin embargo, el índice h establece un elemento clave de impacto del autor.

En términos de las afiliaciones de acuerdo a los documentos generados en el campo de la EC y su relación con la tecnología, se observó que la Universidad de Queen Belfast, Da Beira Interior, De Brescia y de Manchester, son las universidades con roles centrales en el conocimiento científico de este campo (**Figura 5**).

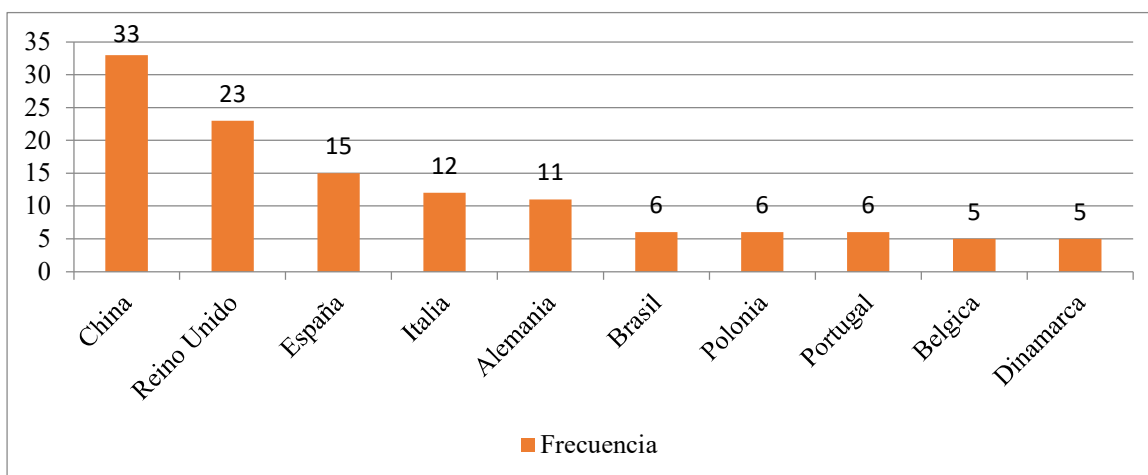


Figura 3. Producción científica por país Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus y WoS.

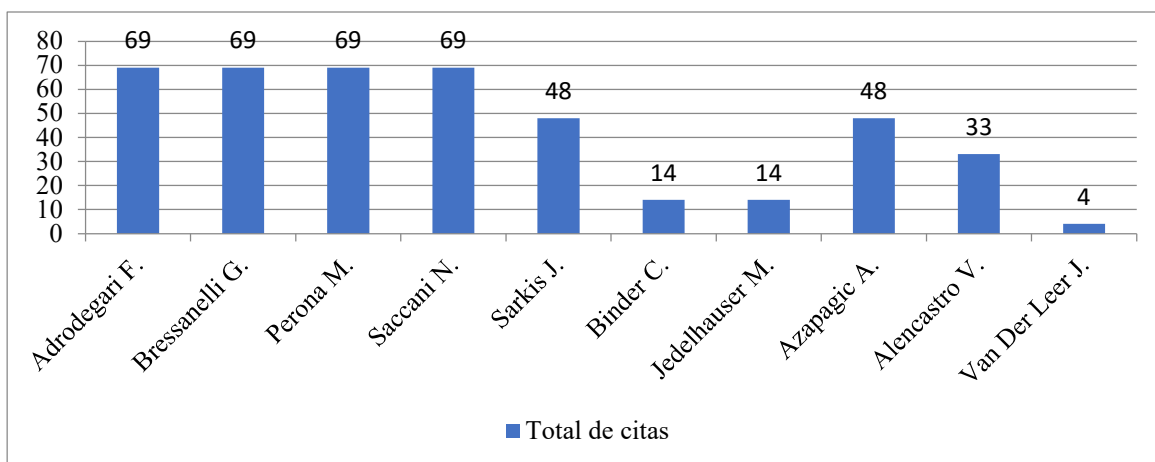


Figura 4. Autores con mayor impacto. Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus y WoS.

Cabe destacar que estas cuatro universidades pertenecen a países europeos (Reino Unido, Portugal, Italia, Reino Unido, respectivamente), lo que pone de manifiesto el gran avance de la comunidad europea en el tema de EC. China, por su parte, es uno de los países punteros (**Figura 3**), destacando la Universidad Chongqing de Ciencia y Tecnología entre los primeros puestos. Lo anterior se debe a que en la actualidad los

países de la Unión Europea y China han avanzado considerablemente en la implementación de la EC. China, en 2008, promulgó una ley específica en EC; mientras que la Unión Europea aprobó en 2015 su Plan de Acción para su implementación, incluso propuso un marco de monitoreo para evaluar el progreso de la transición hacia esta (Moraga *et al.*, 2022).

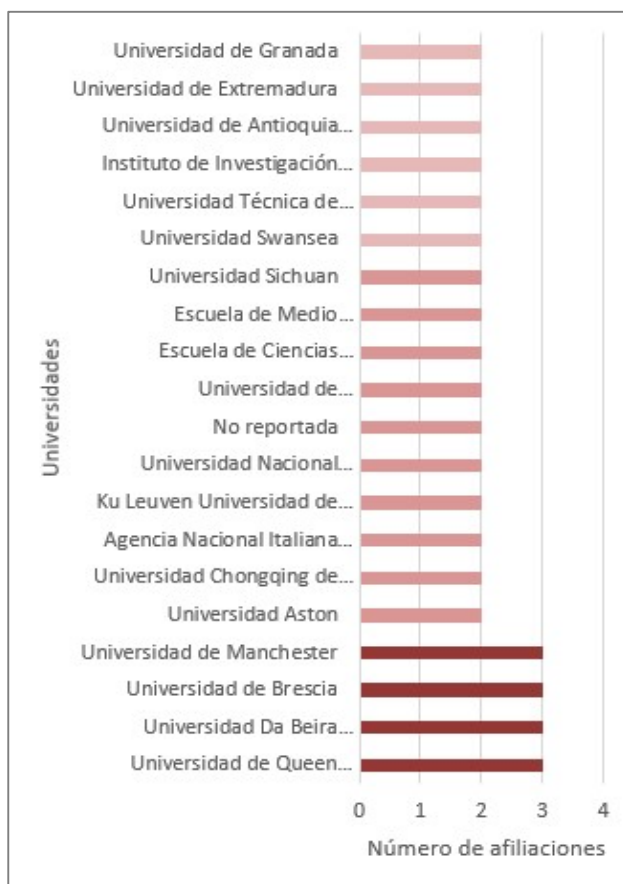


Figura 5. Top 20 de afiliaciones más relevantes respecto a los documentos generados. Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus y WoS.

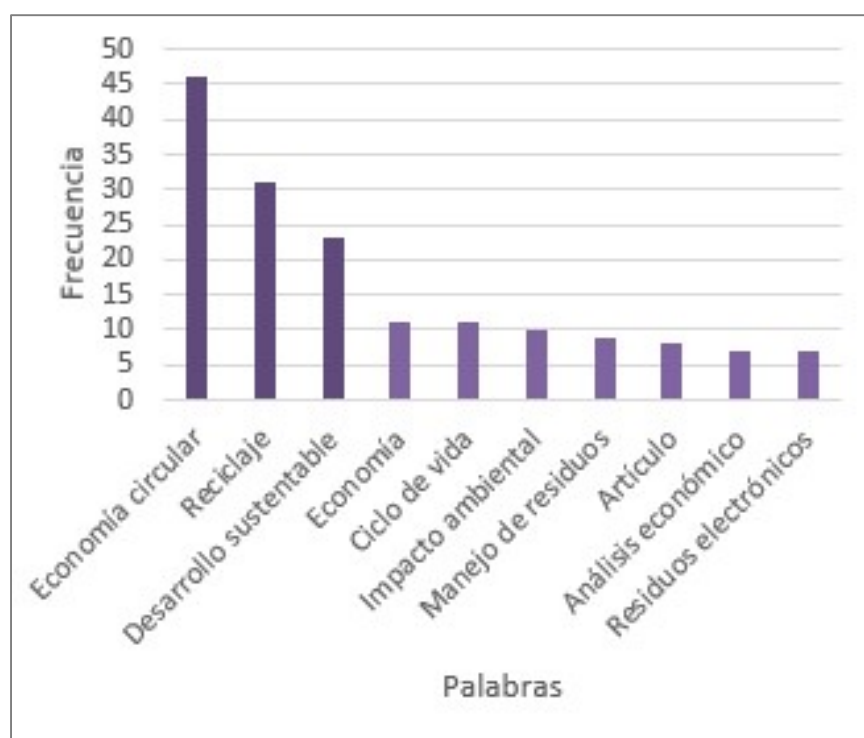


Figura 6. Número de ocurrencias de las palabras más relevantes de los artículos.
Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus y WoS.

Por otro lado, se observó en este ranking al Instituto de Investigación de Tele y Radio, así como a la Universidad de Antioquía (México y Colombia, respectivamente), lo que pone de manifiesto el interés y la generación de conocimiento científico en esta área en países latinoamericanos.

En la **Figura 6** se presentan las palabras más relevantes de artículos y revisiones de la literatura relacionadas con el tema de EC y tecnología. Se encontraron conceptos como reciclaje, desarrollo sustentable, economía y ciclo de vida como subtemas de la EC. Es importante mencionar que se observó que seguido de la EC aparece el concepto de reciclaje, el cual se caracteriza por el procesamiento de los materiales para obtener la misma o más baja calidad de los materiales reciclados (Morseletto, 2022). Es a través del reciclaje que se logra la extracción de materiales a partir de productos descartados (Giraldo, 2022). Si bien es una estrategia de la EC, y como se puede apreciar en la **Figura 6** este concepto es de gran relevancia en la literatura, no es la única solución.

Por otro lado, se observó que el concepto de desarrollo sustentable y la EC tienen una relación estrecha.

Cabe destacar que la EC es un tema emergente enfocado en la disminución de residuos, por lo que sin duda es una condición para la sustentabilidad.

En la **Figura 7** se observa el crecimiento de los conceptos a lo largo del tiempo, en este caso, en un periodo de diez años (2012-2022). En lo que respecta a la EC, se observó su auge desde 2017 y hasta la actualidad; a la par con el concepto del reciclaje.

Se observó también que hay un evidente crecimiento de los conceptos entre el 2019 y el 2021; específicamente en los conceptos de reciclaje, EC, desarrollo sostenible, ciclo de vida e impacto ambiental.

Estas tendencias ascendentes del uso de la EC coinciden con la introducción de políticas en China después de 2008 y en la Comunidad Europea después de 2014. En esta última, la Comisión Europea emitió en julio de 2014, un comunicado con lo que parecía ser la estrategia de EC y, en 2015, todo un paquete de EC; aproximadamente seis años después de la Ley de Promoción de EC de China, entrada en vigor en 2009 (Aponte, 2022).

En la **Figura 8** se muestra el análisis de las co-ocurrencias de las palabras clave según las fuentes consultadas en el periodo de 2012 a 2022, dando como resultado una importante cercanía entre las palabras

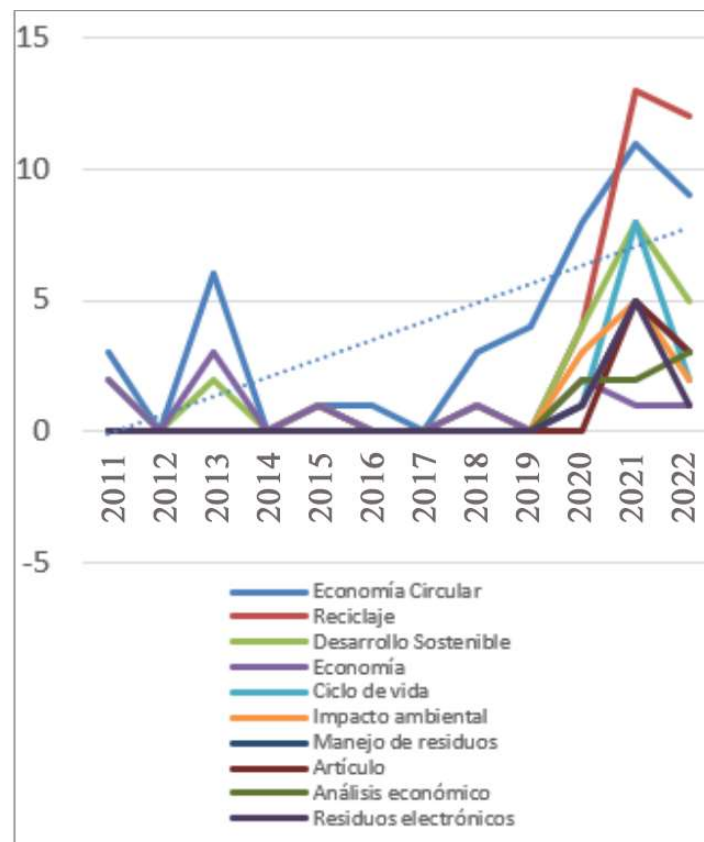


Figura 7. El crecimiento de los conceptos. Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus y WoS.

EC, desarrollo sostenible, reciclaje, industria 4.0 y tecnología.

La proximidad de los términos EC, desarrollo sostenible y reciclaje, implica que en el contexto de investigación hay una tendencia de interés por parte de los investigadores y, como resultado, son las tres principales características apoyadas de la tecnología y la industria 4.0. Entendiendo lo planteado, la EC va de la mano con el desarrollo sostenible en donde juega un papel fundamental el reciclaje, pero también la tecnología como medio para el aprovechamiento de la reutilización de la materia prima, reduciendo los desechos.

En el análisis temático de la **Figura 9**, ésta se encuentra dividida por clústeres tomando mayor predominancia el área en donde están los temas de EC, reciclaje y sostenibilidad, pero también existen temas como industria 4.0 e innovación tecnológica en relación al nodo conector. En consecuencia, la EC, el reciclaje y el desarrollo sostenible, son términos que están siendo muy utilizados por la comunidad científica

y es donde la tecnología empieza a ser una herramienta para el desarrollo de investigaciones, tomando una gran escala.

En la **Figura 10** se muestra el mapa de análisis factorial desarrollado utilizando la técnica de Análisis de Multicriterio (MCA), basado en la estructura de conceptos de términos consultados, además está compuesto de dos dimensiones: en la dimensión uno (color rojo) podemos observar una mayor cantidad de palabras, como innovación tecnológica y efectos sociales, pero con menos factor de uso. En contraparte, en la dimensión dos (color azul) observamos una cantidad menor de palabras, pero con mayor factor de uso, como tecnología y materia prima. Entendiendo lo planteado, existen factores de relación entre los términos utilizados para el desarrollo de los artículos analizados, por lo que en ambos criterios -representados por las dos dimensiones-, se muestran los términos innovación tecnológica y efectos sociales.



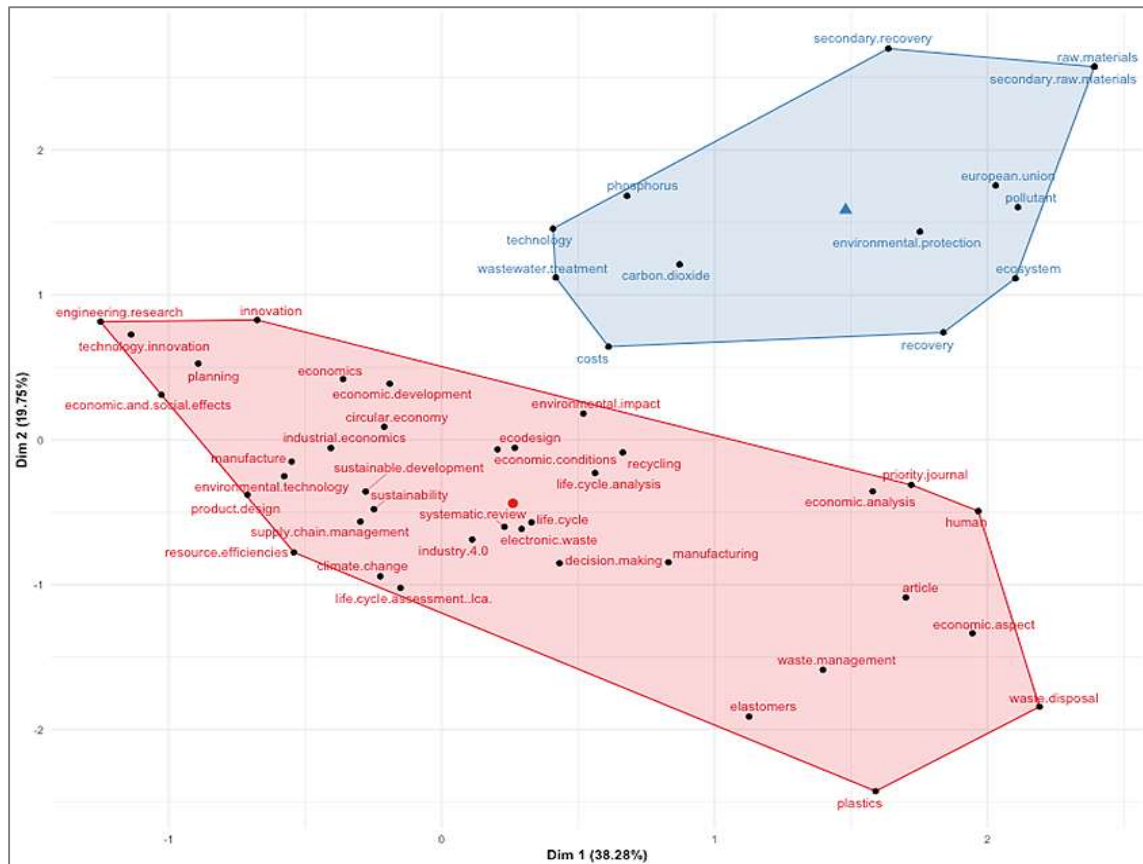


Figura 10. Mapa de análisis factorial. Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus y WoS.

Conclusiones

Los temas referentes a EC y desarrollo sostenible han venido tomando un gran auge, ya que recientemente han surgido como respuesta a la preocupación de implementar nuevas formas posibles de negocio (Martínez, 2022), por lo que cada vez más los términos EC y sostenibilidad, están ganando adeptos a nivel mundial, incluido el mundo académico y de la industria (Vega, 2022).

En cuanto a la relación entre la tecnología y la EC, podemos hacer algunas apreciaciones finales producto de este estudio, tomando en consideración que China y Reino Unido son los países con más preeminencia, mientras que las universidades que más notabilidad tiene sobre el tema son, por Europa, Queen's University Belfast y Universidade da Beira Interior; mientras que por Latinoamérica están la Universidad de Antioquia y el Instituto de Investigación de Tele y Radio. Asimismo, la revista *Journal of Cleaner Production* se encontró en primer lugar con un total de 263 citas; en tanto que para el 2021 se publicaron un total de 23 artículos, siendo Adrodegari F., Bressanelli G.,

Perona M., Saccani N., Sarkis J., Binder C., y Jedelhauser M., los autores de mayor impacto.

Con respecto a la revisión literaria, encontramos que la EC, reciclaje y desarrollo sostenible fueron las palabras más relevantes, coincidiendo con el índice de coocurrencia en el cual los resultados fueron EC, desarrollo sostenible, seguido de Industria 4.0 y tecnología. Por último, con relación al desarrollo de los conceptos, tenemos que a partir de 2015 el término EC tuvo mayor auge, mientras que el mapa temático muestra que los términos EC, reciclaje y desarrollo sostenible son apoyados por el vocablo tecnología, al igual que los resultados producto de la coocurrencia.

En cuanto a la relevancia, podemos profundizar que existe una relación entre las palabras EC y tecnología, indicando que los autores están promoviendo el desarrollo científico desde estos paradigmas. Este estudio genera un aporte significativo al exponer que la EC soportada por tecnología, es utilizada como medio para el aprovechamiento de la reutilización de la materia prima, reduciendo los desechos y promoviendo el desarrollo sostenible.



Cabe señalar que algunas de las limitaciones para el desarrollo de este material científico fueron la cantidad resultante de 85 artículos para la muestra; la falta de estudios bibliométricos previos; y por último, artículos en idioma Japonés, Chino y Alemán.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México y al Instituto para la Formación y Aprovechamiento de Recursos Humanos (IFARHU) de Panamá, por el financiamiento otorgado al autor en el marco de la beca para realizar los estudios doctorales en el periodo de 2020-2024.

Referencias

- Aponte, G., 2022, Panorama internacional de la economía circular a través del análisis de la producción científica y tecnológica: *Tekhné*, 25(1), 13-13. ISSN: 1316-3930
- Barón, E. A. C., Gutiérrez, M. A. G., Sierra, M. S., Calderón, E. R. Á., 2022, Análisis bibliométrico de la producción científica internacional sobre educación para la paz y ciudadanía: años 2000-2020: *International Journal of Sociology of Education*, 11(1), 72-95. ISSN: 2014-3575. <http://dx.doi.org/10.17583/rise.7335>
- Canales Valencia, M. R., Quispe Carlos, V. S., 2022, Revisión sistemática: estudio de métodos que evalúan la sobreexplotación de aguas subterráneas en zonas áridas: *Universidad César Vallejo*, Repositorio Institucional
- Castro, A. M., Campos, D. A., Cortés, C. A., 2022, Análisis bibliométrico sobre la Economía del comportamiento: período 2000-2020: *Económicas CUC*, 43(2). ISSN: 0120-3932. <https://doi.org/10.17981/econ-cuc.43.2.2022.Econ.1>
- Castro, A. B. S., 2022, Calidad de una revista científica: mucho más que impacto: *NURE investigación: Revista Científica de Enfermería*, (117), 1. ISSN-e 1697-218X.
- Della Corte, V., Del Gaudio, G., Sepe, F., Sciarrelli, F., (2019), Sustainable tourism in the open innovation realm: A bibliometric analysis: *Sustainability*, 11(21), 6114. EISSN: 2071-1050 <https://doi.org/10.3390/su11216114>
- Fiedler, H., van der Veen, I., de Boer, J. (2022), Assessment of four rounds of interlaboratory tests within the UNEP-coordinated POPs projects: *Chemosphere*, 288, 132441. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132441>
- Fonseca, B. B., Cornelio, O. M., 2022, Sistemas de recomendación para la Gestión de Proyectos. Análisis Bibliométrico: *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 15(5), 70-84. ISSN: 2306-2495
- Gamoneda Padrón, L. S., Pañellas Álvarez, D., 2022, Identidades sociales: Un análisis bibliométrico: *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 10(1). ISSN 2308-0132
- Giraldo-Gómez, L. A., Varón, H. S. P., 2022, Reciclaje y construcción social del territorio: Una mirada psicosocial: *The Qualitative Report*, 27(1), 174-186. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2022.5211>
- Jiménez, S. O., 2022, La cultura organizacional en el siglo xxi: Un estudio bibliométrico de WOS: *Interciencia*, 47(3), 92-99. ISSN: 0378-1844
- López, N. A., Sánchez-Santana, T., 2022, Análisis bibliométrico de la producción científica de la revista Pastos y Forrajes: *Pastos y Forrajes*. 45. ISSN 2078-8452.
- Martínez, A. N., Porcelli, A. M., 2022, "Economía Circular, legislativa ambiental y el reto para Latinoamérica": *Pólemos*, <https://polemos.pe/economia-circular-legislativa-ambiental-reto-latinoamerica/>, [consultado el 14 de septiembre de 2022].
- Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G. A., Alaerts, L., Van Acker, K., Dewulf, J., 2022, Circular economy indicators: What do they measure? : *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 146, pp. 452-461. Mar 2022. doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045
- Morseletto, P., 2022, Targets for a circular economy: *Resources, Conservation and Recycling*. Vol 153. Oct 2019. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>
- Nieves Mendoza, L. M., Morales Cely, W. A., 2022, Una mirada a la brecha entre actitud y comportamiento del consumidor en la economía circular: *Tendencias*, 23(1), 372-394. ISSN: 0124-8693, <https://doi.org/10.22267/rtend.222301.194>
- Pérez, Y. S., Navarro, J. R. S., Pereira, L. G., Ruiz, H. R. M., Ruiz, C. P. M., and Castañeda, N. P. A. 2022. Economía circular: un reto para las instituciones deportivas latinoamericanas: *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (44), 309-318. ISSN 1579-1726
- Pimenta, C. C. D. C., 2022, Economía circular y responsabilidad social corporativa en Brasil: *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 159-178. ISSN: 2707-2207, https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2208

- Ramírez, G. A., González. M. A., Moyano, P. M., 2022, Interdisciplinariedad de la producción científica sobre el discurso del odio y las redes sociales: Un análisis bibliométrico: *Comunicar*, 30(72), 129-140. ISSN: 1134-3478, <https://doi.org/10.3916/C72-2022-10>
- Ramírez, G. J. C., Buitrago, M. M., 2022, Economía circular: elemento clave en la ventaja competitiva: *Apuntes de Economía y Sociedad*, 3(1), 4-6. ISSN: 2709-7005. <https://doi.org/10.5377/aes.v3i1.14281>
- UNEP - United Nations Environment Programme 2022. "Global Environment Outlook: GEO-6": *Summary for Policymakers*. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27652>, [consultado el 22 de octubre de 2022].
- Vega, L. A. 2022. La sostenibilidad y el impacto de la economía circular en las relaciones de trabajo: un cambio de paradigma, MSc Tesis, *Universidad de Belgrano-Facultad de Derecho y Ciencias Sociales-Especialización en Derecho Ambiental*. p.203. Incluye dos gráficos y tres secciones.