

Bibliometría sobre Economía Circular, 2017-2022

GLENDA MARISA CHÁVEZ GALLEGOS*
CARLOS FRANCISCO ORTIZ-PANIAGUA**

RESUMEN

La Economía Circular (EC) emerge como alternativa a la insostenibilidad de la economía lineal y, cada vez se produce más información y más propuestas científicas. Esta tendencia señala la importancia que va adquiriendo la disciplina. Este artículo tiene como objetivo analizar el comportamiento de la producción científica en materia de EC mediante un estudio bibliométrico empleando la base de datos *Web of Science*, 2017-2022. Los resultados muestran que en dos años se ha cuatriplicado la producción científica, identificando 136 grupos de trabajo, entre otros hallazgos destacan cuatro equipos de investigadores en torno al tema de logística inversa con el mayor número de citas en el tema. De las 377 publicaciones sobre EC, el análisis de citas conduce a redes con pocos nodos, lo que sugiere que son estudios poco analizados en la literatura, sin embargo, en la co-citación se muestra mayor interés en los vínculos entre artículos.

Palabras clave: Economía circular, Web of Science, Bibliometría, Economía lineal, Sustentabilidad, Transformación económica.

Clasificación JEL: Q5, Q56, Q57.

* Estancia posdoctoral en el Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.

Correo electrónico: glenda.chavez@umich.mx. ORCID: 0000-0002-9982-4514.

** Profesor-investigador de tiempo completo del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.

Correo electrónico: carlos.ortiz@umich.mx. ORCID: 0000-0003-3645-1527.

ABSTRACT

Bibliometrical of Circular Economy, 2017-2022

The Circular Economy (CE) is emerging as an alternative of the linear economy unsustainability and more information and scientific proposals are being produced. This trend indicates the importance that CE is acquiring. This article aims to analyze the behavior of scientific production on CE through a bibliometric study using the Web of Science database, 2017-2022. The results show that in two years scientific production has quadrupled, identifying 136 working groups, among other findings, four teams of researchers stand out on the subject of reverse logistics, with the highest number of citations on the subject. Of the 377 publications on CE, the citation analysis leads to networks with few nodes, which suggests that they are studies little analyzed in the literature, however, in co-citation, greater interest is shown in the links between articles.

Keywords: Circular economy, Web of science, bibliometrics, linear economy, sustainability, Sustainability, Transformative economies.

JEL Classification: Q5, Q56, Q57.

INTRODUCCIÓN

La Economía Circular (EC) se suma a los esfuerzos por fomentar la sustentabilidad en la práctica a partir de un concepto de emular a la naturaleza, cerrar el ciclo de la materia y diseñar sistemas de soporte de vida bio-regenerativos para reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas (Sreeharsha y Venkata, 2021). Su origen parte de la necesidad de tener un cambio en la economía actual, generadora de exceso de residuos y altas tasas de consumo, que rebasan las capacidades de absorción y procesos productivos con impacto negativo, lo que supone una economía lineal en ciclos de vida cortos y rápidamente desechados, esto obliga a re-pensar el balance en los pilares de la sostenibilidad (Murray *et al.*, 2017).

Bajo este contexto, ha crecido la importancia de implementar procesos de EC para modificar economía lineal, dado que, para alcanzar la sostenibilidad, se deben implementar acciones concretas como: 1) desvincular la producción de fertilizantes de materias primas minerales y fósiles; 2) establecer un mercado diverso de energías renovables que utilice residuos de biomasa y; 3) extraer el máximo valor de los residuos

mixtos (Sherwood, 2020). Esto no quiere decir que sea la única solución, pero ha sido ampliamente aceptada por algunos gobiernos que han invertido recursos significativos en investigación para superar la economía lineal, que cada vez hay mayor evidencia de su insostenibilidad (Ball *et al.*, 2019).

La necesidad de una conversión de la economía lineal a una EC, radica en el aumento de la población mundial y la fabricación de bienes de consumo que se descartan probablemente debido a la dinámica del cambio tecnológico a la obsolescencia y al cambio en las tendencias o modas (Allwood *et al.*, 2011). La humanidad enfrenta retos de gran magnitud como: cambio climático, contaminación, deforestación, degradación del suelo, pérdida de biodiversidad, conflictos sociales por los recursos naturales, pobreza, ignorancia e injusticia como amenaza a la prosperidad, seguridad y estabilidad mundial (Quinché-Martín y Cabrera-Narváez, 2020; Murga-Menoyo, 2009; Martínez, 2008). Es por ello indispensable tomar medidas inmediatas para el aprovechamiento sostenido de los recursos naturales y la circularidad de los residuos (Gil-Lamata y Latorre-Martínez, 2022) y se estaría perfilando como un nuevo paradigma de la sustentabilidad (Geissdoerfer *et al.*, 2017).

Para llegar al diseño de propuestas y estrategias que procuren este propósito, es necesaria la producción de conocimiento que apoye en la toma de decisión con fundamentos científicos. Mismos que pudieran promover políticas, experiencias, tecnologías y gestión, encaminadas a la sostenibilidad y la mejora del bienestar social, lo que necesariamente implica una mejora de la calidad de los ecosistemas y el medio ambiente. En este sentido, el objetivo del presente estudio es proporcionar una visión de las tendencias en la producción de conocimiento científico sobre la EC para el período 2017-2022 (hasta abril), esto suponemos que ayudará al establecimiento de una agenda de investigación en la materia, dado que la presentación sistemática del tema de permitiría una exploración de mayor profundidad.

La estructura y organización del presente es como sigue, después de este apartado introductorio, se exponen los antecedentes de la EC, y una evolución conceptual. En la segunda sección se exponen la selección, el análisis de la muestra y las técnicas bibliométricas empleadas. Los resultados se presentan y discuten en el tercer apartado, con la serie de dimensiones que han adquirido importancia dentro de la EC. Finalmente se muestran las conclusiones, destacando las contribuciones más

significativas del estudio, así como sus limitaciones, futuras direcciones de investigación e implicaciones generales.

1. ANTECEDENTES Y ELEMENTOS CONCEPTUALES DE LA ECONOMÍA CIRCULAR (EC)

En las últimas décadas, grupos de académicos de diversas disciplinas y perspectivas de las ciencias, han estudiado activamente soluciones a los problemas socio-ambientales crecientes (Cone y Hayes, 1980). Uno de los aspectos que ha llamado la atención en el plano económico es el continuo cuestionamiento a la economía lineal, surgiendo múltiples tipos de prácticas, análisis y alternativas que inevitablemente redundarán en la circularidad para un sistema sostenible (Sariatli, 2017). Se distinguen también factores positivos, teorías y fenómenos relacionados con las economías transformadoras (Sala-Garrido *et al.*, 2022).

Debido al cambio climático, la contaminación y el agotamiento de recursos, se han promovido varias medidas, como el reciclaje o la reducción gradual de combustibles fósiles, desde hace varios años. Sin embargo, estas medidas parecen ser insuficientes, ya que la mayoría de los residuos no son reciclables, más aún, son acumulativos. Desde esa perspectiva, la EC fomenta la reducción de: uso de productos tóxicos, huella hídrica, huella de carbono y uso de recursos (Kirchherr *et al.*, 2017). Otro de los aspectos que sugiere la EC es la transición energética hacia energías renovables, opción que ha avanzado a un ritmo lento de transición, apenas 1.5% en 25 años (Smil, 2020).

Las propuestas de EC no se han hecho esperar, y uno de los sectores más dinámicos es el empresarial, que ha innovado en modelos de negocio orientados a la EC a lo largo de las cadenas de valor (Lüdeke-Freund *et al.*, 2018; Pieroni *et al.*, 2019). A medida que las empresas asumen la responsabilidad de lo que sucede con los bienes que ellos producen el conjunto de problemas ambientales podría superarse a medida que se incide sobre tendencias y políticas de desarrollo, de manera que la EC conforma un paso importante hacia el desarrollo sostenible mediante negocio del reciclaje. (Tetsman *et al.*, 2017).

Como un tema en tendencia “*hot topic*”, entre la mayoría de los académicos y los profesionales, la EC ha crecido exponencialmente de manera reciente, tal como demuestra el aumento exponencial de las publicaciones sobre el tema en revistas de alto impacto (Belmonte-Ureña

et al., 2021; Camon y Celma, 2020; Kirchherr, Reike y Hekkert, 2017). Al iniciar el análisis, se puede observar que entre el año 2017 y 2021 creció de manera exponencial la cantidad de artículos publicados en la *Web of Science (WoS)* en los que se aborda la EC. Durante el 2017 fueron publicados 21 artículos y para 2021 alcanzó la cifra de 125.

Los estudios bibliométricos sobre EC aportan hallazgos importantes sobre las tendencias y el estado del arte en la materia. Se trata de un área de investigación en expansión en tres aspectos: 1) más investigadores que son atraídos y trabajan en la disciplina; 2) aumento de las publicaciones en la materia; 3) aumento de las citas. Por lo que se sugiere promover redes de investigación de los equipos especializados en distintas partes del mundo, en particular la Unión Europea (Domingues y Reis, 2020).

Los académicos estudian la EC desde diferentes perspectivas y definiciones, límites de uso y disposiciones conceptuales, como se establece en las principales publicaciones científicas. La propia EC como un sistema de circuito cerrado que retoma lo básico, como: reducir, reutilizar, reciclar y restaurar materiales en producción/distribución y en procesos de consumo (Bastein *et al.*, 2013). A partir de lo que propone la operación a nivel micro, es decir, con productos, empresas y consumidores, a nivel meso, es decir, parques ecoindustriales y nivel macro que se refiere a un nivel país para aspirar al desarrollo sostenible y mientras tanto crear calidad ambiental, prosperidad económica y justicia social, en interés presente y para generaciones futuras (Bartl *et al.*, 2019).

Luego de estudiar un número significativo de fuentes académicas en torno a la EC, los aspectos principales que refieren su revisión, apuntan además a destruir los desechos a través de un cuidadoso diseño (Kolmykova *et al.*, 2020; Stahel, 2017), también el enfoque hacia mercados de gente joven, impulsa los diseños atractivos y sofisticados (Kovacs, 2021a). Por otra parte, la EC sirve para la reutilización y el *remarketing* de bienes, la extensión de la vida útil del producto y el reciclaje, dicho de otra manera es un sistema industrial basado en la reutilización de productos y materias primas y la capacidad de renovación de los recursos naturales, que también busca minimizar la destrucción de valor en el sistema común y maximizar la creación de valor en cada enlace en el sistema (Geissdoerfer *et al.*, 2017).

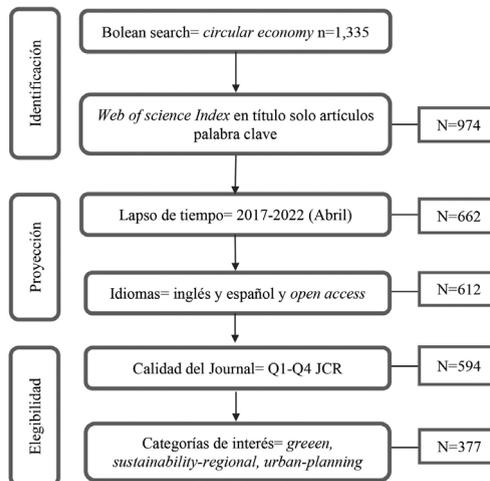
Luego entonces se puede concluir que los conceptos de negocio de la EC reciben un importante ímpetu entre los practicantes e investigadores para diversos objetos. Una revisión de la literatura publicada muestra,

al momento, un predominio de los estudios que evalúan los efectos de la economía lineal tradicional sobre el medio ambiente en comparación con los estudios que evalúan el impacto de la EC, lo que da cuenta del énfasis y la evolución en la disciplina, desde la perspectiva metodológica del análisis bibliométrico, que se describe a continuación.

2. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente apartado se describen la técnica empleada y la selección de la muestra. En primer lugar, el análisis de contenido y estudio bibliométrico se hizo para identificar artículos científicos que permiten la construcción de un marco teórico en torno al concepto, a partir de sus características, tipos, implicaciones y similitudes con otros términos utilizados. Esto nos brinda información y datos acerca de la evolución de la producción científica de un tema específico y desglosa el comportamiento de su información a través de redes, gráficos y tablas, estos elementos que también permiten ubicar vacíos en la literatura.

DIAGRAMA 1
DIAGRAMA PRISMA DE LA REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA



Fuente: Elaboración propia con base en información de WoS y PRISMA.

Una revisión de la literatura parece ser un enfoque válido para revisar a fondo y estructurar un área de investigación. Por lo tanto, una revisión

de la literatura ayuda a identificar el contenido conceptual del área de investigación (Meredith, 1993), y ofrecer una guía para identificar el desarrollo de una teoría y una revisión sistemática de la literatura y para aclarar la metodología de investigación. A continuación, el Diagrama 1 describe el procedimiento empleado con base en el diagrama de flujo de procedimientos PRISMA.

2.1. *Recolección de material*

La recolección de material y la unidad de análisis son los primeros pasos del proceso de revisión de literatura. La revisión de unidad de análisis se ha definido como un único artículo de investigación. El estudio se realizó en dos etapas. La primera etapa consistió en seleccionar la base de datos internacional CLARIVATE ANALYTICS, enfocándola en la colección principal *Web of Science core collection* (<https://clarivate.com/products/web-of-science/>). La selección de esta base de datos fue por los siguientes motivos:

1. *WoS* ha sido considerado como una de las bases de datos más importantes del mundo, para el análisis bibliométrico (Chen, *et al.*, 2014). proporciona registros más estandarizados que otras bases de datos y con análisis más detallados (Hou *et al.*, 2015). Esto constituye una fortaleza para los estudios bibliométricos en diversos campos del conocimiento con amplia diversidad. En este sentido, *WoS* es adecuado para buscar y analizar recursos de acceso abierto en lo referente a publicaciones (Dorta-González *et al.*, 2017).
2. Las bases de datos, *WoS* y SCOPUS, ofrecen herramientas sólidas para medir la ciencia, los indicadores de producción científica y citas por país son estables y en gran medida independientes de la base de datos, además de que ambos sistemas agrupan los índices de citas (Archambault *et al.*, 2009).
3. Amplias ventajas de potenciar el impacto del investigador, que se complementa con otros sitios web de elaboración de perfiles, lo que ayuda a la infrautilización de varios sitios web de creación de perfiles y sus usos inapropiados para la promoción de revistas “depredadoras” (Gasparyan *et al.*, 2017)

A su vez, *WoS* fue seleccionada por su cobertura, accesibilidad, aceptación y obtención de publicaciones. Si bien, el número de revistas y publicaciones y el factor de citación son equiparables a la base de

datos Scopus (Pranckutė, 2021), se acotó por el acceso que tuvimos para realizar la investigación dada la suscripción académica que nos permitió la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

En la segunda etapa se estableció como criterio de búsqueda en la base de datos el siguiente algoritmo: TÍTULO: (*circular economy*), e índices (*SCI-EXPANDED*). Esto significa que todos los documentos que incluyan únicamente de forma precisa o combinada en el título las palabras “*circular economy*” y con estas características se identificaron 974 entradas. Posteriormente se continúa con una búsqueda más refinada identificando como criterio las publicaciones en idiomas inglés y español de las cuales se obtuvieron un total de 662 entradas para posteriormente refinar aún más la búsqueda para acotar el criterio al periodo de 2017-2022 y únicamente con *open access* para identificar un total de 612 documentos, y finalmente se refina la búsqueda por categorías de interés para terminar con un total de 377 artículos y se inició con el análisis de los indicadores obtenidos.

El procesamiento de los datos se llevó a cabo con la ayuda del software VOSviewer versión 1.6.16 software. VOSviewer es una herramienta que permite mapear y visualizar la información disponible (Van Eck y Waltman, 2009). Se construyeron redes de coautoría para autores, países e instituciones, la citación para fuentes y publicaciones, y de co-ocurrencia entre palabras clave. A partir de los mapas elaborados se realizó un análisis descriptivo de la muestra.

3. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

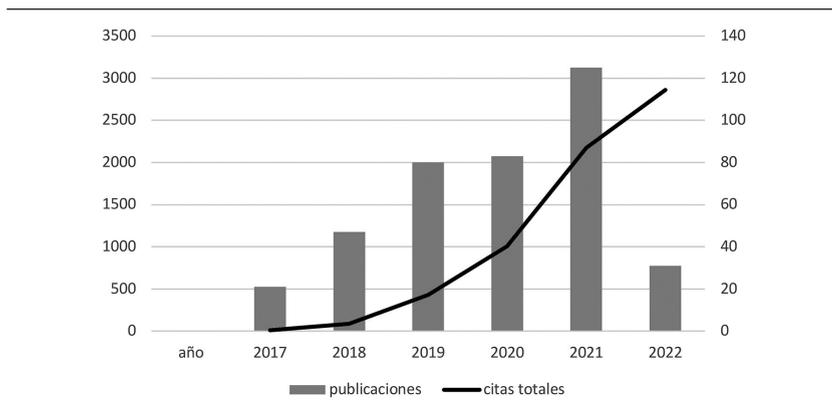
El estudio de EC se compone por 377 artículos con 1,121 autores contribuyen sobre el tema y provienen de 73 países. El factor de citación *H-index* es de 37, lo cual indica el impacto y la productividad de las citas de las publicaciones. Uno de las limitantes de esta búsqueda es que se empleó el término economía circular y no se incluyeron términos o palabras relacionadas, con la finalidad de delimitar la búsqueda. En la Figura 1 se puede observar la evolución de la producción científica sobre el tema especialmente del año 2017 al 2022.

La Figura 1 muestra la evolución de la producción científica en el tema EC. Tal como se observa, el interés por la EC ha ido en aumento año con año, en el 2021 la producción científica fue de 125 artículos que al compararlo con el año 2020 supera la producción en un 50%, en tanto

que los años 2019 y 2020, se mantuvieron sin cambio, mientras que casi duplicaron la producción de artículos en 2018. El primer trimestre del 2022 indica que la producción de artículos es equiparable al 100% de la producción total del año 2017, por lo que apunta a que continua una tendencia creciente.

Respecto a la evolución en la citación se puede observar una evolución desencadenante respecto de un año a otro. Mientras que en el año 2017 el número de citaciones fue de 21, al 2018 se elevó significativamente a 103, para el 2019 el número fue de 366 y al 2020 fueron 785 citas, en 2021, se duplicó la cifra llegando a 1637 y el año 2022 hasta abril que fue la fecha de corte para este análisis se llevaban 1963 citas, apreciando un comportamiento exponencial. Por lo que es posible afirmar que la disciplina de EC ha cobrado importancia, ganado presencia y en gran medida obedece a las publicaciones existentes y por supuesto la problemática actual.

FIGURA 1
NÚMERO DE ARTÍCULOS PUBLICADOS EN EL TEMA EC



*2022 solo contempla al mes de marzo.

Fuente: Elaboración propia con base en información de WoS.

Al analizar la composición de la producción académica se puede observar que la mayoría de los artículos contienen las palabras clave “*circular economy*”, “*management*”, “*innovation*” y “*sustainability*” dentro del marco de principales palabras clave utilizadas por los autores de manera que se relacione el tema con los conceptos con mayor interconexión. Tal como se observa en las Figuras 2 y 3 la red

de co-ocurrencia se construye con el propósito de identificar conceptos asociados con el tema EC. Por lo que aparecen como significativas en primer orden las palabras (traducidas): diseño, recuperación, reciclaje, ciclo de vida, evaluación, ecología, optimización, impactos, flujo metales, inventos, reindustrialización, circuito cerrado, flujos y residuo electrónico.

En otro orden aparecen las palabras (traducidas): logística inversa, cadena de valor, logística, sustentabilidad ambiental, creación de valor, modelo de negocios, estrategias, transición, políticas, tecnologías, industria 4.0, circularidad y conciencia, principalmente. De manera que, se puede apreciar la red de palabras clave que van en co-ocurrencia, que apoya el conocimiento de hacia dónde se relaciona y se conduce la narrativa del tema en términos cuantitativos en cuanto a las búsquedas relacionadas. Esto nos da una clara idea del marco teórico, con el estado del arte y su construcción discursiva, con las investigaciones, intereses y hallazgos en EC.

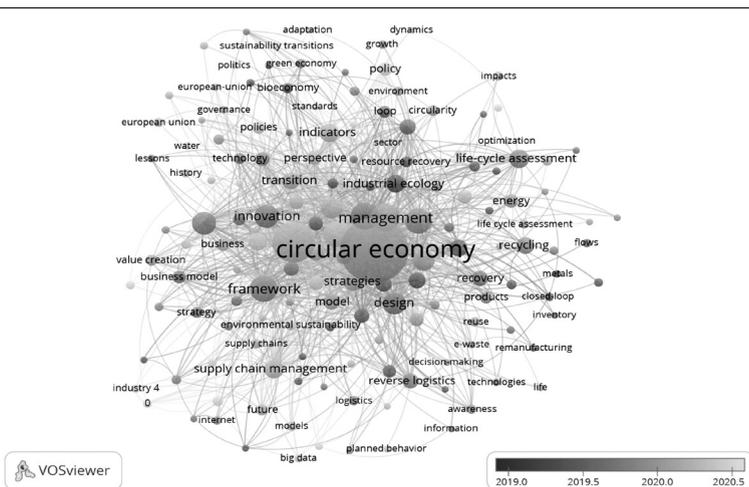
En el mismo sentido, se asignó un número mínimo de dos ocurrencias por palabra clave para construir esta red y se lograron detectar un total de 152 palabras clave, para cada una se calcula la fuerza total de los enlaces de co-ocurrencia con otras palabras clave y en las Figuras 2 y 3 se observan las palabras con mayor fuerza encontradas en la base de datos WoS.

Como se observa en la Figura 2 es posible afirmar que los conceptos o palabras mayormente asociadas a “*circular economy*” son: ecología industrial, energía, reciclaje, recuperación, ciclo cerrado, e-waste, productos, asesoría en el ciclo de vida, optimización, recuperación de recursos, flujos y remanufactura. Estos conceptos señalan claramente el camino hacia otro tipo de investigación en donde se incorpora la EC como un concepto holístico capaz de aportar a diversas áreas sobre todo en temas ambientales y con un alta relación con la cadena de suministro.

Por otra parte, las palabras o conceptos con los que suele asociarse la palabra “*circular economy*” en su mayoría son: innovación, gestión, estrategias, estructura y cadena de suministro, lo cuál sugiere que el trabajo académico tiene una tendencia a ser aplicado en específico al entorno industrial y empresarial.

son sin duda los temas que están tomando más fuerza derivado de la situación actual del planeta, y que sin duda guardan una estrecha relación con el tema principal de estudio la economía circular. Por otra parte, es posible apreciar que el concepto de EC se establece como dominante a principios de 2020, en donde es posible afirmar que la palabra y su conceptualización predomina en los temas relacionados o de interés.

FIGURA 3
FLUJO DE CO-OCURRENCIA DE PALABRAS CLAVE

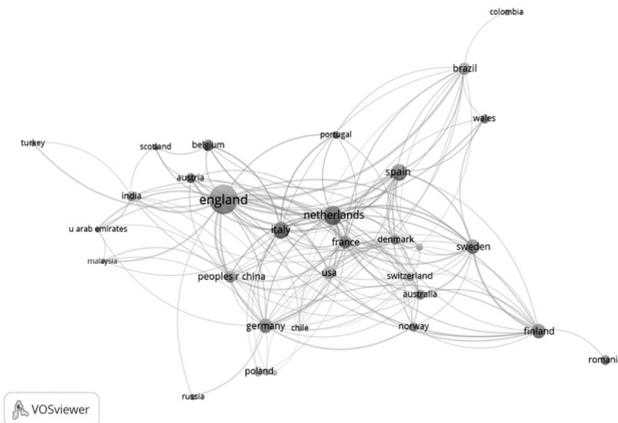


Fuente: Elaboración propia con base en información de WoS.

Respecto a la procedencia de los artículos de EC, la red construida a partir de los datos obtenidos en *web of science*, muestra a los países con mayor cantidad de publicaciones en el tema “*circular economy*” en la Figura 4 se ven reflejados por círculos según tamaño representa la actividad, su impacto se ve reflejado por el color amarillo y se refiere al número de citas y la proximidad cognitiva entre los elementos, es decir, la posición de los elementos en el mapa influye en su relación. El país que destaca con mayor número de publicaciones es Inglaterra con el 30% de las publicaciones, seguido de Holanda con el 16% e Italia con el 13% de las publicaciones tal como se puede apreciar tanto en la red de co-ocurrencia como en el flujo de co-ocurrencia que es representado por la Figura 5.

En la Figura 4 se visualiza la co-autoría entre países. Cada círculo es la representación del trabajo desarrollado dentro de un país y el tamaño de cada círculo es definido por la producción del mismo, es importante mencionar que con respecto a la producción solo se está contemplado un periodo de 2017-2022, por lo que los trabajos previos no forman parte de este análisis, por otra parte la función en el software se llevó a cabo con la condicionante de que se tuvieran dos artículos o más con la palabra clave “*circular economy*”, derivado de esta condicionante se puede observar que el país con mayor producción es Inglaterra que forma una base sólida para otros países como China, India y Emiratos Árabes entre otros.

FIGURA 4
RED DE CO-OCURRENCIA DE PAÍSES



Fuente: Elaboración propia con base en información de WoS.

Se puede apreciar que el nodo más importante de la discusión del tema EC es Inglaterra, mismo que conecta directa e indirectamente a todos los demás. De manera que se puede decir que para los últimos cinco años, con mayor énfasis en 2019, este país ha tenido gran influencia en la narrativa del tema, la generación del conocimiento y experiencias documentadas en términos de la innovación por la EC, así como en la difusión y divulgación científica. A partir de 2020, Holanda y España han ejercido gran influencia en la publicación y difusión de conocimiento en la materia, por lo que se constituyen en importantes nodos a seguir en el estado del arte de los próximos años. Al realizar una

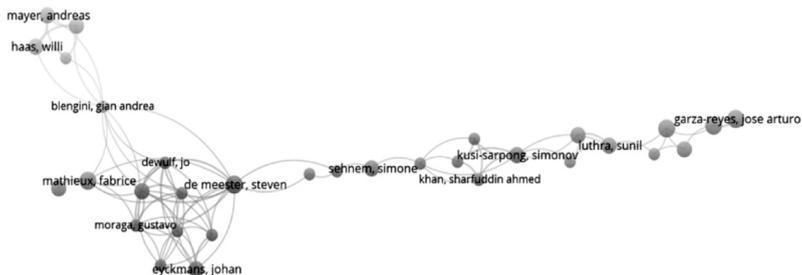
TABLA 2
AUTORES MÁS CITADOS EN WOS

No.	Autor	Citas registradas	Documentos Publicados
1	Kumar, A	33	3
2	Luthra, S	26	2
3	Mangla, Sk	26	2
4	Khan, SAR	23	2
5	Yu, Z	23	2
6	Kazancoglu, Y	22	1
7	Singh, Rk	22	1
8	Garza-Reyes, JA	21	4
9	Jabbour, ABLD	20	1
10	Kumar, V	20	2

Fuente: Elaboración propia con base en información de WoS.

La Tabla 2 muestra los autores más citados que no necesariamente son los más productivos en los últimos 5 años pero sí los autores que más influyen en el tema economía circular y los toman como base. La Figura 6 muestra los autores con mayor producción y su interrelación con el resto de los autores con menor producción, la Figura 6, describe como se desprende el conocimiento; es decir, que autores son tomados en cuenta para el desarrollo de la mayoría de los trabajos académicos. También muestra la cantidad de artículos o producción; es decir, la intensidad de trabajo, así como quienes son los autores principales en WoS.

FIGURA 6
RED DE CO-OCURRENCIA DE AUTORES



Fuente: Elaboración propia con base en información de WoS.

Tal como se observa en la Figura 6 existen cinco clústeres de académicos en donde el clúster principal está integrado por Steven de Meester y Fabrice Mathieux como autores principales, o con mayor actividad y de ahí se desprenden el resto de los clúster y autores. Es importante mencionar que, para este trabajo, únicamente se contemplaron los autores con más de dos artículos publicados y en el periodo de 2017-2022, por lo que solo aparecen los autores que tuvieron mayor producción en este periodo.

La producción de artículos relacionada con el tema EC, como se puede observar en la Figura 3, comienza a tomar fuerza e importancia en el año 2019 si se observa de manera comparativa con años previos se puede apreciar que en el año 2017 únicamente se contaba con 21 publicaciones al respecto. Al analizar la progresión de publicaciones en dos años se cuatuplicado la producción derivada del gran interés que se tiene en torno a este tema en particular. La concentración de publicaciones se centra principalmente en dos revistas o dos categorías *Engineering enviromental* con 243 publicaciones en total y *Management* con 121 publicaciones respectivamente, estas revistas se identificaron que su principal temática es la metodología y los modelos de implementación dentro de las estructuras sociales y gubernamentales de modo que se logre tener un programa que cumpla con los lineamientos teóricos y prácticos de la EC.

TABLA 3
ARTÍCULOS MÁS CITADOS EN WOS

No.	Título/Documento	Autor	Año
1	Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications	Genovese, A; Acquaye, Adolf	
2	Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations	Jabbour, ABLD	
3	Remanufacturing for the circular economy: an examination of consumer switching behavior	Hazen, BT; Mollenkof, DA & Wang, YC	
4	Circular economy business models: The state of research and avenues ahead	Ferraso, M; Beliaeva, T; Ribeiro-Soriano	
5	The smart circular economy: A digital-enabled circular strategies framework for manufacturing companies	Kristoffersen, E; Blomsa, Mikalef; Li, JY	

TABLA 3 (CONTINUACIÓN)

No.	Título/Documento	Autor	Año
6	Circular economy in corporate sustainability strategies: A review of corporate sustainability reports in the fast-moving consumer goods sector	Stewart, R & Niero, M	
7	Narrating expectations for the circular economy: Towards a common and contested European transition	Lazarevic, D & Valve, H	
8	Towards a circular economy: An emerging economies context	Patwa, N; Slavarajah, U; Hingorani, K	
9	Orchestrating industrial ecosystem in circular economy: A two-stage transformation model for large manufacturing companies	Parida, V; Burstrom, T; Wincent, J	
10	Managing a Complex Global Circular Economy Business Model: Opportunities and Challenges	Hopkinson, P; Zils, M; Roper, S	

Fuente: Elaboración propia con base en información de WoS.

Tal como se muestra en la Tabla 3, los trabajos más citados son los que aparecen arriba con una importante participación en varias investigaciones y sirviendo como referencia para el desarrollo de múltiples investigaciones, por su parte, *Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications* tiene un factor H45 lo cual implica que este trabajo al menos se ha citado 45 veces, el promedio total de citación de este primer artículo es de 92.33% por año, con un total de citación de 554 en los últimos 5 años y ha resultado muy útil para los académicos en el área.

Por lo que respecta a los siguientes dos artículos; es decir, a los que ocupan el lugar 2 y 3 respectivamente, tienen una citación muy distante al primer lugar. El artículo *Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original: "roadmap for sustainable operations"*, tiene un promedio de citación de 83.2% por año y un total de citación de 416 citaciones en los últimos cinco años, mientras que el tercero *"Remanufacturing for the Circular Economy: An Examination of Consumer Switching Behavior"*, tiene un promedio de citación de 40.33 por año, con un total de citación de 121 en los últimos 5 años. Este contraste es un claro diferenciador entre documento citado y autor con mayor cita ya que, en este caso, la relación autor con mayor cita no es directamente proporcional a documento más citado, y esto es posible gracias a la diversidad de productividad de cada autor.

Al adentrarse al análisis de los documentos se puede observar que, autores como Didenko *et al.* (2018) contrastan el modelo económico lineal contra el modelo circular y mediante un modelo econométrico describen el impacto negativo de la economía lineal y con esto tratan de justificar la utilización de una EC. Por otra parte, (Esposito *et al.*, 2018a), hacen una combinación interesante entre la integración en los procesos postales de la logística inversa y la economía circular dos temas que han estado llamando la atención de los investigadores que buscan a toda costa la sustentabilidad y ellos con esta aportación marcan el primer paso de viabilidad en su estudio.

Desde el punto de vista geográfico (véase la Figura 6), la mayor producción se concentra en Inglaterra. Sin embargo, los autores con mayor número de artículos se encuentran en países americanos (Brasil y Estados Unidos) y en la última década se han incorporado autores de Italia y Suecia. Lo que llama más la atención es que el autor con mayor cantidad de artículos pertenece a un país latinoamericano, esto es un llamado de atención para las investigaciones que se realizan en el país, ya que se estima que cada día más organizaciones solicitan incorporarse a una economía circular para promover la sustentabilidad y para obtener nuevas formas de ventaja competitiva. Por lo tanto, existe un área de oportunidad para que tanto académicos como instituciones trabajen en estudios prácticos y teóricos que contribuyan al conocimiento del tema en el contexto mexicano.

El análisis de citas conduce a redes con pocos nodos o enlaces lo cual nos indica que son estudios poco analizados en la literatura. Sin embargo al llevarla a cabo la co-citación muestra vínculos entre artículos citados a través de un listado de referencias. La citación en este caso se puede definir como la frecuencia con la que dos documentos son citados conjuntamente por otros documentos y al mismo tiempo revela relaciones entre autores, países y palabras.

Un aspecto complementario al estudio es la cantidad de patentes y el hallazgo de citas en otras fuentes de información, en las que destacan por universidades, Delft University of Technology (Holanda), Chinese Academy of Science China (China), Polytechnic University of Milan (Italia) Tsingua University (China), Technical University of Denmark (Dinamarca), Royal Institute of Technology (Suecia), Spanish National Research Council (España), entre otras, no obstante vale la pena mencionar que patentes en el tema por país se reporta

que China encabeza las solicitudes muy por encima de otros países (Aponte, 2022).

Lo que apunta a que la tendencia del Estado del Arte se estaría moviendo hacia China, seguida la Unión Europea, como líderes en publicaciones y patentes. La base de datos empleada y el objetivo del presente dejan ver dicha situación, pero es necesario seguir el análisis de las tendencias, que muestran equipos de investigación consolidados que ganan influencia en el campo académico.

Dos limitantes que presenta esta investigación son: 1) el enfoque solo a la base de datos de WoS y 2) la búsqueda para el análisis bibliométrico solamente incluyó el término, Economía Circular (EC). Ambos aspectos delimitan el trabajo y deben ser considerados en el contexto de los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

El objetivo del presente fue objetivo analizar el comportamiento de la producción científica en materia de EC entre el 2017 y el 2022. El análisis se realizó mediante las redes, dado que es un instrumento que apoya en la investigación para el entendimiento de la interacción entre las influencias, origen, seguimiento y configuración de la narrativa de distintos fenómenos en la interpretación científica, en este caso se ha aplicado al proceso documental. En particular, el presente abordó métodos para análisis de referencias, fuentes citadas, autores principales y co-palabras que ayudaron a la identificación de las relaciones que se desenvuelven en el tema de la economía circular.

Se llevó a cabo la enumeración y conteo de citas y frecuencias de una muestra seleccionada de artículos, esto con el objetivo de obtener co-citaciones de documentos, revistas y autores de determinadas palabras clave. Las principales unidades u objetos de análisis en este trabajo de investigación fueron: referencias citadas, autores citados y fuentes citadas. Por otra parte, el análisis de co-ocurrencia se llevó a cabo con las palabras clave asignadas por los autores en cada artículo publicado. El análisis de co-ocurrencia parte de la elección de palabras clave para identificar la producción científica esta indexada en WoS. Para el análisis bibliométrico, las palabras clave extraídas de forma automática son menos específicas y comprensibles que las palabras clave aportadas

por los autores (Van Eck y Waltman, 2009), por esta razón se decidió seleccionar las palabras clave de autor.

Las palabras clave fueron obtenidas a partir del análisis de todos los artículos seleccionados con el criterio explicado en el Diagrama 1, las palabras clave más predominantes fueron: *circular economy*, *management*, *framework*, *strategies*, *innovation*, *industrial ecology*, *reverse logistic*, entre otras. La agrupación de dichas palabras clave, sobre todo economía circular, fue con conceptos como ecología industrial, *management*, reciclaje, logística inversa. En otro grupo se asocian con la palabra principal “innovación” palabras o conceptos como estrategias, perspectiva, circularidad o *framework*. Posteriormente se llevó a cabo el siguiente proceso.

Los datos fueron primeramente procesados, delimitando un número de citación mínima. Posteriormente, se realizó un control de jerarquía y terminología, para evitar la convergencia de diversas entradas de un mismo ítem. Ya elegidas las diversas unidades de análisis se ejecutó el programa, con las frecuencias de cada unidad con el resto. Como resumen general, en el estudio se ha aplicado el análisis de co-citación y el análisis de co-palabras que son generalmente utilizados para explorar el límite explorado de la investigación de la EC en el área de la Bibliometría o estado del arte. De acuerdo con los resultados, este enfoque particular aplicado ayudó a mostrar detalles de la principal base teórica que fundamenta el dominio objeto de estudio y captar las tendencias nuevas e innovadoras o que pudieran ser de un nuevo campo de interés que se están produciendo en este campo. La combinación de estos dos procedimientos de análisis puede aplicarse en el futuro para la revisión de la frontera del conocimiento, así como de la revisión de literatura sobre otros temas.

Llama la atención que la producción sobre EC se concentra en Inglaterra, no obstante, los autores con mayor número de artículos se encuentran despegan notoriamente en Brasil, Estados Unidos, Italia y Suecia. El autor con mayor cantidad de artículos pertenece al país latinoamericano, lo que obedece probablemente a un cambio en las condiciones nacionales sobre las aplicaciones de la EC.

Es importante también que solo dos revistas publicaron 364 artículos para el período de tiempo analizado, lo que da cuenta de que se entabla un diálogo científico con alcances importantes para el tema en estos dos órganos de difusión, que se han convertido en puntos de referencia. Esto

obedece tanto a la temática, pero también a la convocatoria, políticas y temas que promueven estos órganos de difusión científica.

Respecto a las temáticas abordadas en el periodo 2017-2022 en relación al tema economía circular la mayoría de los artículos se concentra en el cambio de paradigma en la industria y en la manera de utilizar los recursos, otro tema importante es la revisión de la dinámica de la economía circular y la conceptualización de la misma en el medio, el siguiente tema de interés se enfoca principalmente en la sustentabilidad ya sea en su adopción, crecimiento o alcance mediante la economía circular utilizando principalmente la modelación de escenarios así como sistemas que puedan ser útiles para este propósito, por último se observa que la tendencia para años posteriores la temática abordada será el uso de materiales diferentes como 'pet', plástico, aluminio entre otros en la economía circular, la aplicación de diferentes estrategias de economía circular y el cambio que hoy en día es indispensable en el paradigma industrial y de negocios.

Uno de los aspectos limitantes del trabajo es la base de datos considerada, si bien se trata de un elemento robusto y con extensas posibilidades de análisis y alcance de difusión científica, deja de lado otros sistemas de búsqueda que también tienen influencia en la discusión del estado del arte sobre la EC. Aunque por otra parte da cuenta de una búsqueda delimitada y acotada, lo que proporciona un punto de referencia para entender la situación de productividad e influencia científica de la EC, que se aprecia una creciente importancia, casi exponencial, de la producción científica del tema. Lo que promete un campo de estudio próspero y abundante en diagnósticos y propuestas para los siguientes años, denotando elementos como la logística inversa, que van ganando importancia.

REFERENCIAS

- Allwood, Julian M., Ashby, Michael F., Gutowski, Timothy. G. y Worrell, Ernst (2011). Material efficiency: A white paper. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(3), 362–381. <https://doi:10.1016/j.resconrec.2010.11.002>.
- Aponte, Gloria (2022). Panorama internacional de la economía circular a través del análisis de la producción científica y tecnológica. *Tekhné*, 25(1), 13-13. <https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/5419>.

- Archambault, Éric, Campbell, David, Gingras, Yves y Larivière, Vincent (2009). Comparing bibliometric statistics obtained from the Web of Science and Scopus. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(7), 1320–1326. <https://doi.org/10.1002/asi.21062>.
- Bastein, Ton, Roelofs, Elsbeth, Rietveld, Elmer y Hoogendoorn, Alwin (2013). *Kansen voor de Circulaire Economie in Nederland*. Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek Delft, The Netherlands. <https://publications.tno.nl/publication/104194/qbd2Cv/bastein-2013-kansen.pdf>.
- Ball, Terence, Dagger, Richard y O'Neill, Daniel I. (2019). *Ideals and Ideologies: A Reader* (11th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429286827>.
- Bartl, A., Tkaczyk, A. H., Amato, A., Beolchini, F., Lapkovskis, V. y Petranikova, M. (2018). Supply and substitution options for selected critical raw materials: cobalt, niobium, tungsten, yttrium and rare earths elements. *Detritus*, 3, 37–42. <https://doi:10.31025/2611-4135/2018.13697>.
- Belmonte-Ureña, Luis Jesús, Plaza-Úbeda, José Antonio, Vazquez-Brust, Diego y Yakovleva, Natalia (2021). Circular economy, degrowth and green growth as pathways for research on sustainable development goals: A global analysis and future agenda. *Ecological Economics*, 185, 107050. <https://doi:10.1016/j.ecolecon.2021.107050>.
- Camón Luis, Enric y Celma, Dolores (2020). Circular Economy. A Review and Bibliometric Analysis. *Sustainability*, 12, 6381. doi:10.3390/su12166381.
- Chen, Haibin, Yang, Yan, Yang, Wei y Zhou, Jingcheng (2014). A bibliometric investigation of life cycle assessment research in the web of science databases. *International Journal Life Cycle Sustainability Assessment*, 19, 1674–1685. <https://doi.org/10.1007/s11367-014-0777-3>.
- Cone, John D. y Hayes, Steven C. (1980). *Environmental problems/behavioral solutions*. Cambridge University Press. ISBN: 0521 31973 0.
- Didenko, Nikolai I., Klochkov, Yuri. S. y Skripnuk, Djamilia. F. (2018). Ecological Criteria for Comparing Linear and Circular Economies. *Resources-Basel*, 7(3), 17. doi:10.3390/resources7030048
- Domingues Marthino, Vitor y Reis Mourão, Paulo (2020). Circular Economy and Economic Development in the European Union: A Review and Bibliometric Analysis, *Sustainability*, 12, 7767. doi:10.3390/su12187767.
- Dorta-González, Pablo, González-Betancor, Sara M. y Dorta-González, María Isabel (2017). Reconsidering the gold open access citation advantage postulate in a multidisciplinary context: an analysis of the subject categories in the Web of Science database 2009–2014. *Scientometrics*, 112, 877–901. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2422-y>.
- Esposito, Mark, Terence, Tse, y Khaled Soufani (2017). Reverse logistics for postal services within a circular economy. *Thunderbird International Business Review*, 60(5), 741–745. <https://doi:10.1002/tie.21904>.

- Gasparyan, A. Y., Nurmashhev, B., Yessirkepov, M., Endovitskiy, D. A., Voronov, A. A. y Kitash, G. D. (2017). Researcher and Author Profiles: Opportunities, Advantages, and Limitations. *Journal of Korean Medical Science*, 32(11), 1749. <https://doi.org/10.3346/jkms.2017.32.11.1749>.
- Geissdoerfer, Martin, Savaget, Paulo, Bocken, Nancy M.P. y Hultink, Erik Jan (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>.
- Gil Lamata, Mercedes y Latorre Martínez, María Pilar (2022). The Circular Economy and Sustainability: A Systematic Literature Review. *Management Letters / Cuadernos de Gestión*, 22(1), 129-142. <http://hdl.handle.net/10810/55443>.
- Hou, Qian, Mao, Guozhu, Zhao, Lin y Zou, Jian (2015). Mapping the scientific research on life cycle assessment: a bibliometric analysis. *International Journal Life Cycle Sustainability Assessment*, 20, 541–555. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0846-2>.
- Kirchherr, Julian, Reike, Denise y Hekkert, Marko (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>.
- Kolmykova, Tatyana, Merzlyakova, Ekaterina y Kilimova, Lyudmila (2020). Development of robotic circular reproduction in ensuring sustainable economic growth. *Economic Annals-Xxi*, 186(11-12), 12-20. <https://doi:10.21003/ea.V186-02>.
- Kovacs, Ildiko (2021a). Circular fashion from the perspective of young consumers - measurement and managerial relevance. *Polish Journal of Management Studies*, 24(2), 242-260. <https://doi:10.17512/pjms.2021.24.2.15>.
- Lüdeke-Freund, Florian, Gold, Stefan y Bocken, Nancy M. P. (2018). A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns. *Journal of Industrial Ecology*. <https://doi:10.1111/jiec.12763>.
- Martínez, Alier Joan (2008). Conflictos ecológicos y justicia ambiental. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, 103, 11-28. http://istas.net/descargas/Conflictos_ecologicos_J1%20_MARTINEZ_ALIER.pdf.
- Murga-Menoyo, María de los Ángeles (2009). La Carta de la Tierra: un referente de la Década por la Educación para el Desarrollo Sostenible. *Revista de educación*, (1) 239-262. <https://tinyurl.com/29bvdrhf>.
- Meredith, Jack (1993). Theory Building through Conceptual Methods, *International Journal of Operations y Production Management*, 13 (5), 3-11. <https://doi.org/10.1108/01443579310028120>.
- Murray, Alan, Skene, Keith y Haynes, Kathryn (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *J Bus Ethics*, 140, 369–380. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>.

- Pieroni, Marina de Padua, Tim, McAloone y Daniel Pigosso (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>.
- Pranckutė, Raminta (2021). Web of Science (WoS) and Scopus: The Titans of Bibliographic Information in Today's Academic World. *Publications*, 9(1), 12. <http://doi.org/10.3390/publications9010012>.
- Quinché-Martín, Fabían Leonardo y Cabrera-Narváez, Andrés (2020). Exploring the Potential Links between Social and Environmental Accounting and Political Ecology. *Social and Environmental Accountability Journal*, 40(1), 53-74. <https://doi.org/10.1080/0969160X.2020.1730214>.
- Sariatli, Furkan (2017). Linear economy versus circular economy: A comparative and analyzer study for optimization of economy for sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, 6(1), 31-34. <https://doi.org/10.1515/vjbsd-2017-0005>.
- Sala-Garrido, Ramón, Mocholi-Arce, Manuel, Molinos-Senante, María y Maziotis, Alexandros (2022). Measuring technical, environmental and eco-efficiency in municipal solid waste management in Chile. *International Journal of Sustainable Engineering*, 15(1), 71-85. <https://doi.org/10.1080/19397038.2022.2053606>.
- Sherwood, James (2020). The significance of biomass in a circular economy. *Bioresource Technology*, 300, 122755. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122755>.
- Smil, Vaclav (2020). *Numbers Don't Lie: 71 Things You Need to Know about the World*. Penguin UK. ISBN: 978-84-1805-636-9.
- Stahel, Walter R. (2017). Analysis of the structure and values of the European Commission's Circular Economy Package. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Waste and Resource Management*, 170(1), 41-44. <https://doi.org/10.1680/jwarm.17.00009>.
- Sreeharsha, Rachapudi Venkata y S. Venkata, Mohan (2021). Symbiotic integration of bioprocesses to design a self-sustainable life supporting ecosystem in a circular economy framework. *Bioresource Technology*, 326, 124712. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.124712>.
- Tetsman, Iina, Kristina, Baziene y Gintas, Viselga (2017). Technologies for sustainable circular business: using crushing device for used tires. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 4(4), 432-440. [https://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.4\(3\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.4(3)).
- Van Eck, Nees Jan y Ludo, Waltman (2009). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.