

Una aproximación a la economía circular y su contribución en el contexto de la pandemia

An approach to circular economy and its contribution in the pandemic context

Yasniel Sánchez Suárez^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-1095-1865>

Leydis Trujillo García¹ <https://orcid.org/0000-0003-4398-0443>

Arialys Hernández Nariño² <https://orcid.org/0000-0002-0180-4866>

Liadys Cuervo Saiz¹ <https://orcid.org/0000-0002-4135-6500>

Neyfe Sablón Cossío³ <https://orcid.org/0000-0002-6691-0037>

Maylín Marqués León¹ <https://orcid.org/0000-0001-9036-9001>

¹Universidad de Matanzas, Facultad de Ingeniería Industrial. Matanzas, Cuba.

²Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas. Matanzas, Cuba.

³Universidad Técnica de Manabí. Manabí, Ecuador.

*Autor para la correspondencia: yasnielsanchez9707@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La economía circular es un nuevo paradigma de prosperidad económica, sostenibilidad y utilización de los recursos. La situación ocasionada por la COVID-19 plantea la necesidad de restauración de las economías nacionales, principalmente la de los países en desarrollo. La economía circular marca tendencias para alcanzar grandes metas socioambientales, económicas y aquellas vinculadas con los tratados internacionales contra el cambio climático.

Objetivo: Valorar la contribución de la economía circular en el contexto de la pandemia de la COVID-19.

Métodos: Se realizó una revisión sistemática de la literatura con base en los lineamientos de la declaración PRISMA y el método InOrdinatio, que sirvieron de

apoyo para reseñar los principales hallazgos. Solo se cubrieron artículos de investigación y revisión publicados en el período de 2016-2022, sin restricción de idioma, en las bases de datos especializadas SCOPUS, SciELO y Sciencedirect.

Desarrollo: En el mundo empresarial la economía circular se reconoce como una estrategia competitiva y de desarrollo sostenible. Producto de la pandemia de la COVID-19 han aflorado fenómenos que confirman la necesidad de un modelo circular que promueva nuevas formas de negocios y empleos.

Conclusiones: La economía circular es una herramienta imprescindible para lograr una economía ecoeficiente, racional y sostenible. Ha emergido como una alternativa para apoyar la reactivación económica pospandemia de muchos países.

Palabras clave: economía circular; COVID-19; coronavirus; desarrollo sostenible; economía sostenible; revisión sistemática.

ABSTRACT

Introduction: The circular economy is a new paradigm of economic prosperity, sustainability and resource utilisation. The situation caused by COVID-19 raises the need for the restoration of national economies, mainly in developing countries. The circular economy sets trends to achieve major socio-environmental and economic goals and those linked to international treaties against climate change.

Objective: To assess the contribution of the circular economy in the context of the COVID-19 pandemic.

Methods: A systematic literature review was conducted based on the guidelines of the PRISMA statement and the In Ordinatío method, which served as a support to outline the main findings. Only research and review articles published in the period 2016-2022 were covered, without language restriction, in the specialised databases SCOPUS, SciELO and Sciencedirect.

Development: In the business world, the circular economy is recognised as a competitive and sustainable development strategy. As a result of the COVID-19 pandemic, phenomena have surfaced that confirm the need for a circular model that promotes new forms of business and jobs.

Conclusions: The circular economy is an essential tool for achieving an eco-efficient, rational and sustainable economy. It has emerged as an alternative to support the post-pandemic economic revival of many countries.

Keywords: circular economy; COVID-19; coronavirus; sustainable development; sustainable economy; systematic review.

Recibido: 19/10/2022

Aceptado: 14/01/2023

Introducción

En las últimas décadas, el crecimiento económico, el desarrollo industrial y las modernas tecnologías han aportado un nuevo grado de confort y bienestar a nuestra vida.⁽¹⁾ Esto provoca que el consumo de materias primas alcance un ritmo que compromete la capacidad del planeta si no se consigue frenar o cambiar el actual modelo lineal de producción y consumo.⁽²⁾ El llamado modelo de producción lineal, que consiste básicamente en la extracción de materias primas; la producción de bienes y servicios; el consumo y el desecho, es el que predomina en el mundo de hoy.⁽³⁾

En este escenario, el paradigma de la economía circular (EC) representa una alternativa a un modelo lineal de producción a través del diseño de productos eficientes en el uso de energía y de la materia prima, que reducen los residuos y los aprovechan, con el fin de promover la generación de impactos ambientales.⁽⁴⁾ La EC promueve la preservación y el valor económico del producto, procura extender al máximo el ciclo de vida y el de sus componentes de la producción artificial.⁽⁵⁾

La EC tiene como objetivo generar prosperidad económica, proteger el medioambiente y prevenir la contaminación, elemento alineado con los objetivos de desarrollo sostenible.⁽²⁾ Este modelo económico, además de la conversión de los residuos en nuevos recursos, propone un cambio innovador en el actual sistema de producción, respecto a que el diseño de cada fase del proceso se guíe por la idea de la regeneración⁽⁶⁾ y el ecodiseño.

El ecodiseño consiste en diseñar los productos y servicios teniendo en cuenta sus impactos ambientales durante el ciclo de vida del producto. Ello permite diseñar opciones de fabricación y refabricación de bajo impacto, facilitar la separación de materias primas para el reciclaje, diseñar productos reutilizables y predefinir la selección de insumos sostenibles y materiales de bajo impacto.⁽⁷⁾

La crisis derivada de la pandemia de COVID-19 no solo ha afectado hasta el momento la economía mundial, sino también la salud de millones de personas alrededor del mundo.⁽⁴⁾ La pandemia de la COVID-19 ha puesto de manifiesto importantes deficiencias en la economía lineal como la vulnerabilidad de las cadenas de valor mundiales, el agotamiento de los recursos naturales y la exacerbación de las desigualdades sociales.⁽⁸⁾ En este contexto, la EC propone un marco alternativo para adoptar un modelo económico más resiliente e inclusivo. La EC ha emergido como una alternativa para apoyar la reactivación económica pospandemia de muchos países.⁽⁸⁾

El objetivo de la investigación fue valorar la contribución de la economía circular en el contexto de la pandemia de la COVID-19.

Métodos

Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura con base en los lineamientos de la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*, por sus siglas en inglés), con la intención de cubrir el conjunto mínimo de ítems (artículos) basados en evidencia de impacto a considerar para la escritura de revisiones sistemáticas y metaanálisis.⁽⁹⁾ Se cubrieron artículos de investigación y revisión publicados en el período de enero 2016 a enero de 2022, sin restricción de idioma, en las bases de datos especializadas SCOPUS, SciELO y Sciencedirect.

Las palabras clave utilizadas para la búsqueda de información fueron: *economía*, *economía circular*, *importancia de la economía circular*, *economía circular y COVID-19*. Se identificó un total de 402 referencias, consideradas como posibles estudios potenciales de la variable de estudio. Luego de la eliminación de duplicados (n = 41), dos revisores de manera independiente examinaron las

referencias descargadas mediante la revisión del título, resumen y palabras clave; por lo que quedaron seleccionadas 153 referencias para su posterior análisis. Se descartaron los libros (n = 7), ponencias (n = 7) y tesis (n = 2) debido a que no presentaban un factor de impacto, condición relevante para la evaluación del impacto de las publicaciones a incluir en el estudio.

Para la selección de los documentos más relevantes, de estos dos grupos, se adoptó la metodología *Methodi Ordinatio*. Este método utilizó la ecuación InOrdinatio (ecuación 1) para clasificar los estudios, la relevancia se consideró en función del factor de impacto de la revista, el número de citas y el año de publicación del artículo.⁽¹⁰⁾

$$\text{InOrdinatio} = (\text{Fi}/1000) + \alpha * [10 - (\text{AñoPesq} - \text{AñoPub})] + (\sum \text{Ci}) \quad (1)$$

donde:

- Fi: factor de impacto.
- α : coeficiente atribuido por el investigador a la relevancia del año de publicación, que puede variar de 1 a 10.
- AñoPesq: año de investigación.
- AñoPub: año de publicación.
- Ci: Número de citas.

Una vez procesados los datos, se obtuvieron los índices InOrdinatio. Cuanto mayor fuera el índice, más relevante era el artículo evaluado. Se asignó un valor de 10 para el coeficiente α , al tener en cuenta que la relevancia del período de publicación se consideró parcialmente, al delimitar temporalmente la investigación. La aplicación de la metodología PRISMA a 68 y 69 artículos de economía circular en general y para el contexto de la COVID-19, respectivamente, resultó en un número sustancial de textos con valores altos y cercanos de impacto. El equipo de investigación, primero organizó los textos en orden descendente y tomó una muestra de los primeros 48 documentos para cada subtemática, basado en la ecuación 2, con un nivel de confianza del 95 %, cuyo valor de percentil fue de 1,96, la probabilidad del

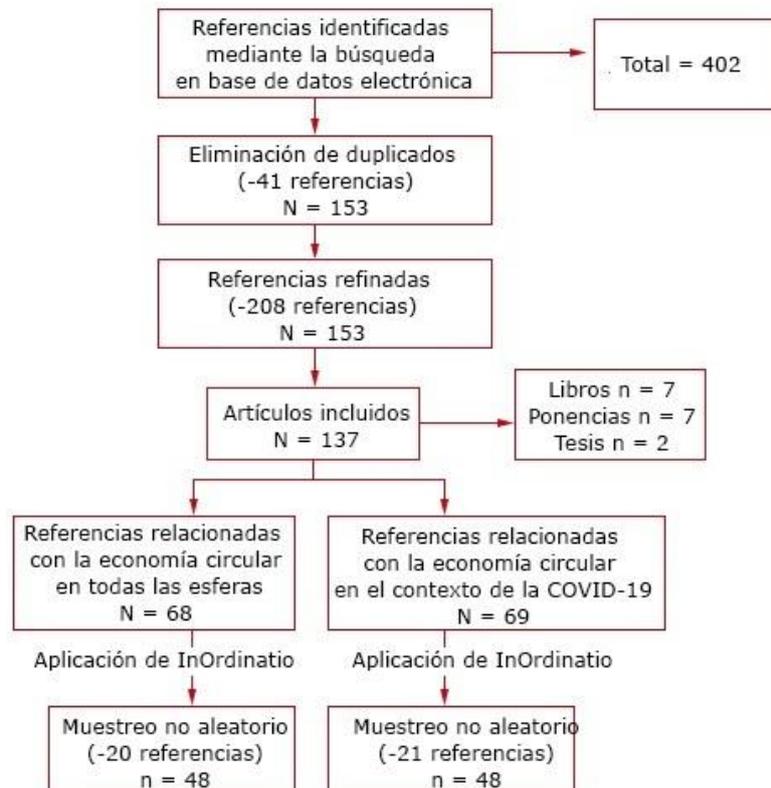
éxito y del fracaso fue del 50 % y un error muestral del 8 %, propio de un estudio exploratorio.

$$n = \frac{z_a^2 N p q}{e^2 (N - 1) + z_a^2 p q} \quad (2)$$

donde:

- Z_a : percentil asociado al nivel de confianza.
- p, q : probabilidad del éxito y del fracaso respectivamente.
- e : error muestral.
- N : tamaño de la población.

La estructuración metodológica descrita para la revisión sistemática de la literatura bajo los lineamientos de la declaración PRISMA se resumieron en un diagrama de flujo (fig. 1).



Fuente: adaptado de Urrútia y Bonfill.⁽⁹⁾

Fig. 1 - Proceso metodológico empleado para la revisión.

Se realizó un análisis bibliométrico para determinar la coocurrencia de palabras sobre la economía circular y se construyó el mapa bibliométrico (*map network*) para facilitar la visualización de la interrelación entre las palabras clave.

Desarrollo

Economía circular

Algunos de los principales autores pioneros de la literatura científica sobre economía circular, funcional y ecológica son Stahel, Reday, Pearce, Turner y Pauli, con investigaciones durante el período 1981 a 2010.⁽¹¹⁾ La noción de EC fue discutida principalmente entre ingenieros, científicos naturales y economistas. Es solo en la última década que el debate ha cambiado de la implementación industrial a reflexiones más conceptuales y asuntos de gobernanza territorial, y ha involucrado, primero a académicos chinos y luego europeos.⁽¹²⁾

El concepto de *economía circular* ha ganado popularidad en los últimos años como un medio para aumentar la competitividad de las empresas y reducir la huella ambiental de la sociedad.^(13,14) Es una forma de organización económica, en la que se procura que el valor de los productos e insumos materiales se mantengan dentro del ciclo económico durante tanto tiempo como sea posible, con ello la generación de residuos se minimiza. Así entonces, propone un cambio sistémico radical que apunta al ecodiseño, la simbiosis industrial, la economía de la funcionalidad, reuso, reparación, remanufactura y valorización.^(15,16)

La EC sirve para describir un sistema económico que se basa en modelos de negocio que reemplazan el concepto de “fin de vida” por otros más sostenibles como⁽⁸⁾ rediseñar, reducir, reutilizar, reciclar y recuperar materiales en los procesos de producción, distribución y consumo.^(17,18,19) Es un método que busca no solo una producción sostenible,⁽²⁰⁾ sino un consumo responsable,⁽²¹⁾ lo que implica crear calidad ambiental, prosperidad económica y equidad social, para beneficio de las generaciones actuales y futuras.^(22,23) El consumidor busca optimizar y transformar los residuos en recursos reutilizables^(24,25) y garantizar el uso continuo de los recursos en un ciclo cerrado.⁽²⁶⁾

Se distinguen dos ciclos diferentes:⁽²⁷⁾ un ciclo biológico, en el que los residuos vuelven a regenerar los sistemas naturales y un ciclo técnico, en el que los materiales, piezas y componentes se mantienen en flujos que regeneran otros productos o sistemas en función del aumento de su tiempo en el mercado tanto como sea posible. En el ciclo técnico, los materiales y componentes pueden repararse, reutilizarse, reacondicionarse y finalmente reciclarse. Este modelo se opone, por tanto, a la actual economía lineal de extraer, fabricar, consumir y tirar, puesto que los tres principios de la EC son:^(28,29,30)

- Principio 1: conservar y mejorar el capital natural, mediante el control de reservas finitas y el equilibrio de los flujos de recursos renovables. En caso de necesitarse recursos, el sistema circular los selecciona de forma sensata y elige, en la medida de lo posible, tecnologías y procesos que utilizan recursos renovables o de mayor rendimiento.⁽³¹⁾ En este principio se identifican dos pilares: el ecodiseño y la economía funcional y se añade la reducción del derroche.
- Principio 2: optimizar los rendimientos de los recursos distribuyendo productos, componentes y materias con su utilidad máxima en todo momento, tanto en ciclos técnicos como biológicos. Esto implica diseñar para refabricar, reacondicionar y reciclar, las tres R para mantener los componentes técnicos y materiales en circulación, desde su contribución a la economía.
- Principio 3: promover la eficacia de los sistemas mediante la detección y eliminación de los diseños los factores externos negativos. Incluye reducir los daños al uso humano, tales como los relacionados con los alimentos, la movilidad, la vivienda, la educación, la salud y el ocio. Además, la energía requerida para este ciclo debería ser renovable por naturaleza.

Lo anterior solo es viable si se regenera, se comparte, se optimiza, se crea, se virtualiza y se realiza un uso apropiado de los residuos,⁽³²⁾ para permitir un impulso económico que apueste por la productividad de los recursos, la promoción del capital natural y su resiliencia.⁽³³⁾

Por su parte, *Fernández*⁽³⁴⁾ y *Melgarejo*⁽³⁵⁾ fertilizan los principios en los que descansa la economía circular, así que:

- La ecoconcepción considera los impactos medioambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto y los integra desde su concepción.
- La ecología industrial y territorial establecen un modo de organización industrial en un mismo territorio, caracterizado por una gestión optimizada de los *stocks* y de los flujos de materiales, energía y servicios.
- La economía de la “funcionalidad” es privilegiar el uso frente a la posesión, la venta de un servicio frente a un bien.
- El segundo uso es reintroducir en el circuito económico aquellos productos que ya no se corresponden a las necesidades iniciales de los consumidores.
- La reutilización consiste en reutilizar ciertos residuos o ciertas partes de estos, que todavía pueden funcionar para la elaboración de nuevos productos.
- La reparación es encontrar una segunda vida a los productos estropeados.
- El reciclaje es aprovechar los materiales que se encuentran en los residuos.
- La valorización es aprovechar energéticamente los residuos que no se pueden.

El objetivo esencial es reducir el consumo de recursos, la energía y los residuos mediante un retorno perpetuo de los recursos utilizados a la economía^(7,36,37,38) y gestionar ciclos de materiales de alto valor en lugar del reciclaje tradicional.⁽³⁹⁾ La circularidad, que consiste en que el uso de materias primas y recursos se repita una y otra vez a través de múltiples fases para mantener el mayor tiempo posible el valor añadido de los productos, a través de la reducción de residuos, debe considerarse como una de las vías para lograr el objetivo más amplio de la sostenibilidad.⁽⁴⁰⁾

El modelo de economía circular resulta de diversas escuelas de pensamiento,⁽⁴¹⁾ que han establecido sus fundamentos y determinan sus elementos representativos.⁽⁴²⁾ Estas escuelas son:^(1,43,44)

- Diseño regenerativo. Postuló que cualquier sistema, con origen en la agricultura, se puede organizar de forma regenerativa, como el funcionamiento de los ecosistemas, en el que los productos se crean e interaccionan sin producir residuos.
- Economía del rendimiento. Esbozó la visión de una economía en bucles -o economía circular- y su impacto en la creación del empleo, en la competitividad económica, en el ahorro de recursos y en la prevención de residuos.
- Permacultura. Aplicó e integró ideas y conceptos de innovaciones modernas de la agricultura de conservación, de la agricultura orgánica y de la agricultura tradicional.
- Ecología industrial. Se conoce como la ciencia de la sostenibilidad, por su carácter interdisciplinario y porque sus principios se pueden aplicar también para los servicios.
- De la cuna a la cuna. Clasificó los materiales en técnicos y biológicos. Se inspiró en la transformación de la biosfera como modelo para el desarrollo de la transformación del flujo de los procesos industriales, en la tecnosfera.
- Biomimetismo. Expone que la naturaleza es el mayor diseñador de la Tierra y como seres humanos podemos aprender mucho de ellas. Se basó en tres principios: la naturaleza como modelo, la naturaleza como medida, y la naturaleza como mentor.
- Capitalismo natural. Su tesis básica es que hay que pasar de la economía del consumo a la de los servicios y reinvertir los beneficios obtenidos en garantizar la conservación de los recursos naturales.
- Economía azul. Consideró que la denominada economía verde solo era para ricos y poco sostenible, a diferencia de la economía azul que se inspira en la tierra.

Los enfoques de EC reclaman el diseño o rediseño de los procesos de producción guiados por las preocupaciones actuales sobre el agotamiento de los recursos, la producción y la gestión de residuos.⁽⁴⁵⁾ Para la transición hacia una EC se requiere realizar cambios a lo largo de toda la cadena de valor del producto, desde su diseño

hasta la logística inversa.^(46,47) Esto implica introducir un modelo sistémico de innovación transversal, tanto en el producto, como en los procesos de producción (tecnología), así como también en la estructura de la organización, en los sistemas de financiación, en la cooperación entre empresas, en las políticas estratégicas y en la sociedad.⁽⁶⁾

Integrar este enfoque en una etapa temprana en el proceso de diseño del producto es importante, porque una vez que se aseguran las especificaciones del producto, usualmente solo se precisan pequeños cambios.^(48,49) Es difícil hacer cambios una vez que recursos, infraestructuras y actividades se han comprometido con un determinado diseño de producto.^(44,50)

En síntesis, se apuntan como beneficios de utilizar este modelo:^(51,52)

- la captura y reutilización de grandes volúmenes de recursos finitos;
- la fabricación de productos con materiales a base de plantas que sean biodegradables y a su vez puedan ser utilizados como fertilizantes al final de su ciclo de vida;
- la provisión de energía a través de recursos renovables; y
- el rediseño de sistemas eficientes para ahorrar energía en el proceso.

Economía circular y desarrollo sustentable

A partir de la conformación del mapa bibliométrico se pudo observar la coocurrencia de palabras clave, con base en el título y el resumen. Los vínculos más fuertes se establecieron entre economía circular y desarrollo sustentable. Esto confirma cuán importante es el enfoque de economía circular para lograr el desarrollo sustentable (fig. 2).

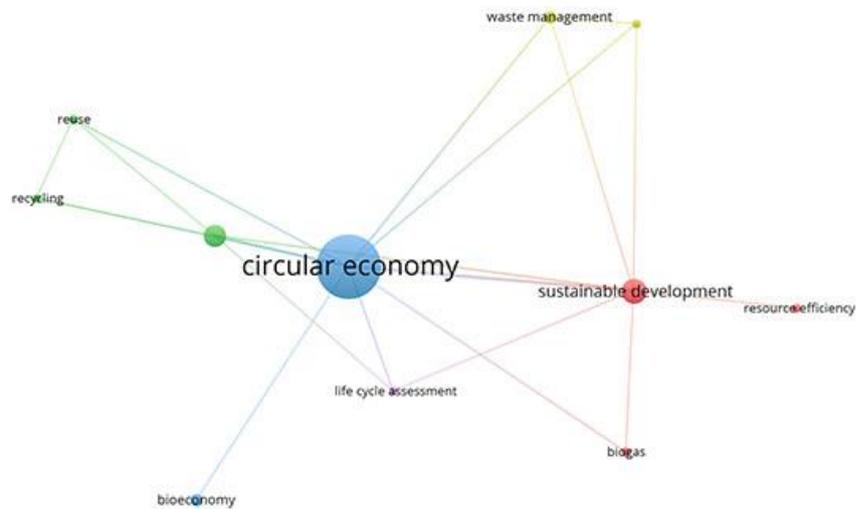


Fig. 2 - Mapa bibliométrico (network) sobre economía circular.

La economía circular en el contexto de la pandemia COVID-19

Los 48 artículos recopilados de esta temática fueron publicados entre el 2020 y 2021. Se obtuvo una red de cooalabras compuesta por cuatro clústeres, identificados por colores (rojo, verde, azul y amarillo). Dentro de cada clúster están las líneas más investigadas sobre el tema (fig. 3).

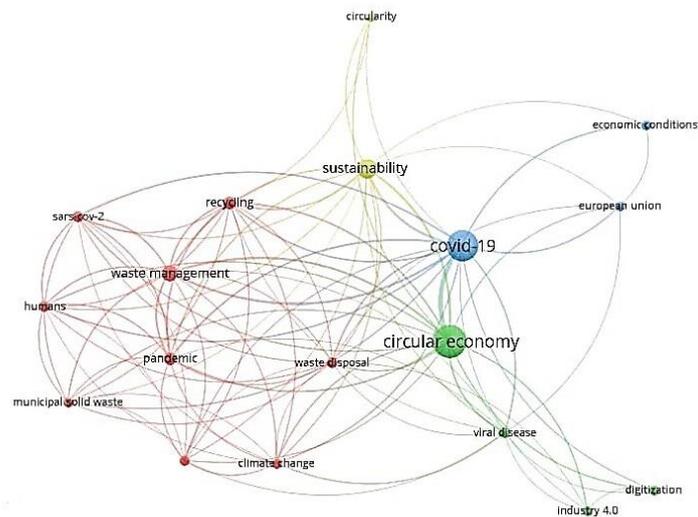


Fig. 3 - Red de palabras clave sobre economía circular en el contexto de la pandemia.

Clúster rojo: los principales atributos clave son cambio climático, humano, desecho sólido municipal, pandemia, reciclar, SARS-CoV-2, desarrollo sustentable, disposición y manejo de los desechos. Se hace referencia al papel que juega la economía circular para la correcta gestión y manejo de desechos sólidos en función del desarrollo sustentable como objetivo de la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030. Esto tiene lógica en un contexto en el cual la permanencia en casa, por las medidas de aislamiento social, pudieron haber provocado mayor acumulación de residuos de productos consumidos en el hogar; lo que hizo más necesario el manejo seguro de productos utilizados en zona roja y centros de atención a pacientes con COVID-19.

Clúster verde: los principales atributos clave son economía circular, digitalización, industria 4.0 y enfermedad viral. Hace referencia a la integración del concepto de economía circular y tecnologías inteligentes para la gestión sostenible en un escenario epidemiológico complejo, de altos niveles de contagios, sobre todo ante la prevalencia de variantes de contagiosas del virus. Igualmente, la industria 4.0 ofrece ventajas para digitalizar procesos, aprovechar el internet para la entrega de servicios y utilizar inteligencia artificial en modelos predictivos de la enfermedad o tecnologías para reutilizar productos en nuevos artículos y equipos como caretas, mascarillas o ventiladores pulmonares

Clúster azul: los principales conceptos clave son COVID-19, condiciones económicas y Unión Europea. La línea de investigación hace referencia a la aplicación de modelos de economía circular en la Unión Europea en el contexto de la pandemia, en el que destaca el papel de Alemania.

Clúster amarillo: los principales conceptos clave son sostenibilidad y circularidad. Estos conceptos se centran en el rol de la economía circular para lograr la sostenibilidad mediante estrategias de circularidad de los recursos en las cadenas de suministro.

Las palabras de mayor frecuencia fueron economía circular, COVID-19 y sostenibilidad con 34, 31 y 12 apariciones, respectivamente (fig. 4).



Fig. 4 - Coocurrencia de palabras clave.

Entre las 34 revistas identificadas se destacaron *Resources, Conservation and Recycling* con un total de 573 citas, seguido de *Sustainable Production and Consumption* y *Science of The Total Environment* con 95 y 88 citas, respectivamente. *Sustainability* es la que ha publicado el mayor número de artículos analizados, ocho, seguida de *Resources, Conservation and Recycling* con cinco artículos. Las revistas que han publicado artículos con año de publicación promedio más recientes son *Science of The Total Environment* y *Journal of Cleaner Production* (tabla). Este panorama explica los temas más recurrentes entre los que destaca la sostenibilidad.

Tabla - Revistas principales

Ranking	Revistas	CAP	Citas	PC	APP
1	<i>Resources, Conservation and Recycling</i>	5	573	114.6	2020.4
2	<i>Sustainable Production and Consumption</i>	1	95	95	2021
3	<i>Science of The Total Environment</i>	2	88	44	2021
4	<i>Sustainability</i>	8	75	9.375	2020.7
5	<i>Soil Systems</i>	1	37	37	2020
6	<i>Journal of Cleaner Production</i>	2	35	17.5	2021
7	<i>Industrial Management and Data Systems</i>	1	28	28	2021
8	<i>Applied Energy</i>	1	21	21	2021
9	<i>Journal of Composites Science</i>	1	20	20	2021
10	<i>Ecological Economics</i>	1	18	18	2021

CAP: cantidad de artículos publicados. PC: promedio de citas. APP: año de publicación promedio.

Lo novedoso de estos temas y sus aplicaciones en tiempos de COVID-19 pueden ser una causa de las citas registradas y su influencia en la producción científica de 2020-2021. Revistas especializadas en producciones “limpias”, ecoeconomía o sistemas de información y de gestión industrial pudieran representar futuras temáticas de desarrollo en este campo, al presentar pocas publicaciones, pero con número considerable de citas.

La COVID-19, una pandemia y tragedia humana de grandes proporciones, ha generado una crisis de salud masiva, un orden social desproporcionado y pérdidas económicas de magnitud. De hecho, ha distorsionado los supuestos operativos del mundo, y ha revelado la falta de resiliencia del modelo económico dominante para responder a choques y crisis no planificados.⁽⁵³⁾

En 2015, las Naciones Unidas adoptaron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con miras a mejorar los medios de vida y el mundo natural para el 2030, elemento que fue aceptado por todos los países del mundo, evidenciado en su subscripción y vinculación con los objetivos de la agenda. Sin embargo, la COVID-19 ha obstaculizado significativamente esta suposición, lo que ha puesto de manifiesto el hecho de que los ODS, tal como están diseñados actualmente no son resilientes a los impactos impuestos por la pandemia.⁽⁴⁾

Esta situación debe unir a todos los responsables políticos y convertirse en un llamado de atención para un nuevo modelo económico que sitúe el bienestar social, la circularidad económica y la sostenibilidad medioambiental en el centro. La economía circular podría ser un elemento fundamental de este plan de recuperación,⁽⁵⁴⁾ en línea con la necesidad de sostener la vida además de ralentizar, estrechar y cerrar ciclos. Al decir de *Escobedo*,⁽⁵⁵⁾ hoy más que nunca se debe de pensar en alternativas del reciclaje y el incremento de medidas sanitarias en procesos productivos e innovadores de beneficio social, para preservar la salud.

En la revisión bibliográfica se evidencia una amplia utilización del concepto de economía circular en varios sectores. En el sector de la salud, el cual experimentó una baja disponibilidad de existencias de equipos médicos y de protección esenciales, se aprecia como este modelo podría aumentar la resiliencia del sistema.⁽⁵³⁾ Sus prácticas también fueron empleadas para lograr que las cadenas

de suministro sean más resistentes, transparentes y sostenibles; pues la pandemia puso en evidencia deficiencias a nivel global.^(56,57)

Otras aplicaciones de soluciones circulares se hacen necesarias en la industria alimentaria.^(54,58) Asimismo, ante el aumento considerable de residuos sanitarios, se han planteado iniciativas innovadoras para disminuir el impacto de los métodos de eliminación de desechos tradicionales.^(59,60,61,62)

No obstante las valoraciones ya realizadas hasta este momento, *Larrinaga y García Torea*⁽⁶³⁾ plantean limitaciones en los análisis críticos sobre economía circular y sus particularidades en varios aspectos del sistema económico, dígase límites espaciales y temporales y relativos a estilos de consumo establecidos. En el apartado sobre el estado del tema tratado, se detallan las principales evidencias presentadas en los artículos seleccionados para la revisión acerca del concepto de economía circular y su contribución en el contexto de la actual pandemia (COVID-19).

Conclusiones

La economía circular se acogió como una estrategia de desarrollo sostenible, que promueve una mayor protección ambiental y beneficio social, pero también como una estrategia competitiva en el mundo empresarial. Es una herramienta imprescindible para lograr una economía ecoeficiente, racional y sostenible. Ha emergido como una alternativa para apoyar la reactivación económica pospandemia de muchos países.

Producto de la pandemia COVID-19 han aflorado fenómenos que confirman la necesidad de un modelo circular que promueva nuevas formas de negocios y empleos, más allá de las tradicionales prácticas económicas de uso de recursos y generación de desechos. Precisamente, en los estudios consultados se aprecia la aplicabilidad de este enfoque en la solución a problemáticas generadas o incrementadas en estos dos últimos años.

Referencias bibliográficas

1. Martínez AN, Porcelli AM. Estudio sobre la economía circular como una alternativa sustentable frente al ocaso de la economía tradicional. LEX. 2018;16(22):30. DOI: <https://doi.org/10.21503/lex.v16i22.1659>
2. Prieto Sandoval V, Jaca García C, Ormazabal Goenaga M. Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. Memoria Investigaciones en Ingeniería. 2017 [acceso 05/06/2022];(15):10. Disponible en: <http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/308/366>
3. Garabiza Castro BdR, Prudente Lopez EA, Quinde Gordillo KN. La aplicación de un modelo de economía circular en Ecuador. Estudio de caso. Revista Espacios. 2021;42(2):15. DOI: <https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n02p17>
4. Ridaura G. La Economía Circular en Ecuador: Perspectivas de Cumplimiento de los ODS en la Era Post COVID-19. CienciAmérica. 2020;9(4):9. DOI: <https://doi.org/10.33210/ca.v9i4.339>
5. Alarcón Castro J, Rognoli V, Llorens Varga A. Diseñar para un escenario social incierto. El valor del enfoque materiales do-it-yourself y economía circular. Interciencia. 2020 [acceso 05/06/2022];45(6):6. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/339/33963459005/html/>
6. Almeida-Guzmán M, Díaz-Guevara C. Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. Avances en Ecuador. Estudios de la Gestión. 2020;8(8):22. DOI: <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.10>
7. Vence X, Pereira Á. Eco-innovation and Circular Business Models as drivers for a circular economy. Contad Adm. 2019;64(spe1). DOI: <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1806>
8. Chafra-Martínez P, Lascano-Vaca M. Entendiendo la economía circular desde una visión ecuatoriana y latinoamericana. Revista Ciencia UNEMI. 2021;14(36). DOI: <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol14iss36.2021pp73-86p>
9. Urrútia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. Medicina Clínica. 2010;135(11). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>

10. Negri Pagani R, Kovalski JL, Martins de Resende LM. Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. CiInf. 2018;46(2). DOI: <https://doi.org/10.18225/ci.inf.v47i1.1886>
11. Chaves Ávila R, Monzón Campos JL. La economía social ante los paradigmas económicos emergentes: innovación social, economía colaborativa, economía circular, responsabilidad social empresarial, economía del bien común, empresa social y economía solidaria. CIRIEC-España Revista de economía pública, social y cooperativa. 2018;(93). DOI: <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.93.12901>
12. Bassens D, Kębłowski W, Lambert D. Placing cities in the circular economy: neoliberal urbanism or spaces of socio-ecological transition? Urban Geography. 2020;41(6). Disponible en: <https://doi.org/10.1080/02723638.2020.1788312>
13. Fadeeva Z, Van Berkel R. 'Unlocking circular economy for prevention of marine plastic pollution: An exploration of G20 policy and initiatives'. Journal of Environmental Management. 2021;277. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111457>
14. Jerome A, Helander H, Ljunggren M, Janssen M. Mapping and testing circular economy product-level indicators: A critical review. Resources, Conservation and Recycling. 2022;178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106080>
15. Geywitz Bernal S. Economía Circular. Implantación en Ingeniería, Fabricación y Diseño Industrial. Cuad Cent Estud Diseñ Comun, Ensayos. 2020;(87). DOI: <https://dx.doi.org/10.18682/cdc.vi87.3772>
16. Hernández RE, Céspedes J. Bioeconomía: una estrategia de sostenibilidad en la cuarta revolución industrial. RIIARn. 2020 [acceso 05/06/2022];7(2). Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v7n2/v7n2_a15.pdf
17. Anandh G, PrasannaVenkatesan S, Goh M, Mathiyazhagan K. Reuse assessment of WEEE: Systematic review of emerging themes and research directions. Journal of Environmental Management. 2021;287. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112335>
18. Araujo-Morera J, Verdejo R, López-Manchado MA, Hernández Santana M. Sustainable mobility: The route of tires through the circular economy model. Waste Management. 2021;126:14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.025>

19. Jama-Rodzeńska A, Białowiec A, Koziel JA, Sowiński J. Waste to phosphorus: A transdisciplinary solution to P recovery from wastewater based on the TRIZ approach. *Journal of Environmental Management*. 2021;287. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112235>
20. Ruggerio CA. Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions. *Science of the Total Environment*. 2021;786. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147481>
21. García García S. Economía circular: 30 años del principio de desarrollo sostenible evolucionan en el nuevo gran objetivo medioambiental de la Unión Europea. *Rev. de Estudios Europeos*. 2018 [acceso 05/06/2022];(71):12. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6347885>
22. Ibitz A. The implications of brexit for establishing a european circular economy. *Tamkang Journal of International Affairs*. 2020;24(1) DOI: [https://doi.org/10.6185/TJIA.V.202007_24\(1\).0001](https://doi.org/10.6185/TJIA.V.202007_24(1).0001)
23. Jabbour CJC, Stefanelli NO. Fifteen years of green supply chain research. *Rev Adm UFSM*. 2021;14(1):10. DOI: <https://doi.org/10.5902/1983465961861>
24. Bishop G, Styles D, Lens PNL. Environmental performance comparison of bioplastics and petrochemical plastics: A review of life cycle assessment (LCA) methodological decisions. *Resources, Conservation and Recycling*. 2021;168:14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105451>
25. Severino-González P, Acuña-Moraga O, Astete-Tapia K, Medel-Maturana J. Responsabilidad social y consumo sustentable: el caso de estudiantes de formación superior de Talca (Chile). *Inf tecnol*. 2021;32(1):7. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000100143>
26. Kee SH, Chionson JBV, Saludes JP, Vigneswari S, Ramakrishna S, Bhubalan K. Bioconversion of agro-industry sourced biowaste into biomaterials via microbial factories – A viable domain of circular economy. *Environmental Pollution*. 2021;271:45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116311>
27. Muñoz VG, Muneta LM, Carrasco-Gallego R, Marquez JJ, Hidalgo-Carvajal D. Evaluation of the circularity of recycled pla filaments for 3D printers. *Applied Sciences* (Switzerland). 2020;10(24):12. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10248967>

28. Lotero Álvarez L. La gestión de la calidad de los proyectos bajo la perspectiva de la Economía Circular. Rev cuba cienc informat. 2018 [acceso 05/06/2022];12(1):17. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcci/v12s1/rcci06518.pdf>
29. Oliveira FRd, França SLB, Rangel LAD. Princípios de economia circular para o desenvolvimento de produtos em arranjos produtivos locais. Interações (Campo Grande). 2019;20(4):15. DOI: <https://doi.org/10.20435/inter.v20i4.1921>
30. Porcelli AM, Martínez AN. Análisis legislativo del paradigma de la economía circular. Rev direito GV. 2018;14(3):39 páginas. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6172201840>
31. Dhote L, Kumar S, Singh L, Kumar R. A systematic review on options for sustainable treatment and resource recovery of distillery sludge. Chemosphere. 2021;263:13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128225>.
32. Ezeudu OB, Agunwamba JC, Ugochukwu UC, Ezeudu TS. Temporal assessment of municipal solid waste management in Nigeria: Prospects for circular economy adoption. Reviews on Environmental Health. 2021;36(3):18. DOI: <https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0084>
33. Fernández-César R, Gértrudix-Barrio F, Gértrudix-Barrio M, Solano Pinto N. Ciencia CreActiva. ¿Cómo sensibilizar a docentes y estudiantes de ámbitos educativos no universitarios en la economía circular? Pensam educ. 2020;57(2):20. DOI: <https://doi.org/10.7764/pel.57.2.2020.4>
34. Fernandes JAL, Sousa-Filho JMd, Viana FLE. Sustainable Business Models in a Challenging Context: The Amana Katu Case. Rev adm contemp. 2021;25(3):20. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2021200205>
35. Melgarejo V. Economía Circular y la Industria Textil en el Paraguay. PoblacDesarro. 2019 [acceso 05/06/2022];25(49):7. Disponible en: <http://scielo.iics.una.py/pdf/pdfce/v25n49/2076-054x-pdfce-25-49-143.pdf>.
36. Ghafourian M, Stanchev P, Mousavi A, Katsou E. Economic assessment of nature-based solutions as enablers of circularity in water systems. Science of the Total Environment. 2021;792:11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148267>

37. Lazaridou DC, Michailidis A, Trigkas M. Exploring environmental and economic costs and benefits of a forest-based circular economy: A literature review. *Forests*. 2021;12(4):14. DOI: <https://doi.org/10.3390/f12040436>
38. Mohanty A, Rout PR, Dubey B, Meena SS, Pal P, Goel M, *et al.* A critical review on biogas production from edible and non-edible oil cakes. *Biomass Conversion and Biorefinery*. 2021;12:18. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01292-5>
39. Hernández Pajares J, Yagui Nishii V. Análisis de información y factores de desempeño ambiental y de economía circular en empresas peruanas. *Comuni@cción*. 2021;12(1):16. DOI: <https://doi.org/10.33595/2226-1478.12.1.481>
40. Mancini E, Raggi A. A review of circularity and sustainability in anaerobic digestion processes. *Journal of Environmental Management*. 2021;291:12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112695>
41. Panchal R, Singh A, Diwan H. Does circular economy performance lead to sustainable development? – A systematic literature review. *Journal of Environmental Management*. 2021;293:21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112811>
42. Sreeharsha RV, Venkata Mohan S. Symbiotic integration of bioprocesses to design a self-sustainable life supporting ecosystem in a circular economy framework. *Bioresource Technology*. 2021;326:12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.124712>
43. Acosta-Pérez I, Marrero-Delgado F, Espinosa-Martínez JU. La economía circular como contribución a la sostenibilidad en un destino turístico cubano de sol y playa. *Estud perspect tur*. 2020 [acceso 05/06/2022];29(2):19. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7316508>
44. Amaral MCd, Zonatti WF, Silva KLd, Karam Junior D, Amato Neto J, Baruque-Ramos J, *et al.* Industrial textile recycling and reuse in Brazil: case study and considerations concerning the circular economy. *Gest Prod*. 2018;25(3):12. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-530x3305>
45. Daza Serna L, Serna Loaiza S, Masi A, Mach RL, Mach Aigner AR, Friedl A, *et al.* From the culture broth to the erythritol crystals: an opportunity for circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2021;105(11):19. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-021-11355-2>

46. Alejandrino C, Mercante I, Bovea MD. Life cycle sustainability assessment: Lessons learned from case studies. *Environmental Impact Assessment Review*. 2021;87:13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106517>
47. Navare K, Muys B, Vrancken KC, Van Acker K. Circular economy monitoring – How to make it apt for biological cycles? *Resources, Conservation and Recycling*. 2021;170:18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105563>
48. Garcia-Vazquez E, Garcia-Ael C, Topa G. On the way to reduce marine microplastics pollution. Research landscape of psychosocial drivers. *Science of the Total Environment*. 2021;799:11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149384>
49. Liu Y, Lyu Y, Tian J, Zhao J, Ye N, Zhang Y, et al. Review of waste biorefinery development towards a circular economy: From the perspective of a life cycle assessment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021;139:15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110716>
50. Arroyo Morocho FR, Bravo Donoso DN, Rivera Valenzuela MA. Economía circular: un camino hacia un Quito más sostenible. *INNOVA Research Journal*. 2018 [acceso 05/06/2022];3(11):19. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6828540>
51. Boloy RAM, da Cunha Reis A, Rios EM, de Araújo Santos Martins J, Soares LO, de Sá Machado VA, et al. Waste-to-Energy Technologies Towards Circular Economy: a Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis. *Water, Air, and Soil Pollution*. 2021;232(7):25. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11270-021-05224-x>
52. González Ordaz GI, Vargas-Hernández JG. La economía circular como factor de la responsabilidad social. *Revista de coyuntura y perspectiva*. 2017 [acceso 05/06/2022];2(3):25. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/ec/v2n3_a04.pdf
53. Wuyts W, Marin J, Brusselaers J, Vrancken K. Circular economy as a COVID-19 cure? *Resources, Conservation and Recycling*. 2020;162. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105016>
54. Giudice F, Caferra R, Morone P. COVID-19, the food system and the circular economy: Challenges and opportunities. *Sustainability (Switzerland)*. 2020;12(19):15. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12197939>

55. Escobedo JMC, Macías JGM, Herrera GM. Circular Economy in Times of COVID-19. *International Journal of Good Conscience*. 2021 [acceso 05/06/2022];16(3):12. Disponible en: <http://www.spentamexico.org/v16-n3/>
56. Ibn-Mohammed T, Mustapha KB, Godsell J, Adamu Z, Babatunde KA, Akintade DD, *et al*. A critical review of the impacts of COVID-19 on the global economy and ecosystems and opportunities for circular economy strategies. *Resources, Conservation and Recycling*. 2021;164:22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105169>
57. Nandi S, Sarkis J, Hervani A, Helms M. Do blockchain and circular economy practices improve post COVID-19 supply chains? A resource-based and resource dependence perspective. *Industrial Management and Data Systems*. 2021;121(2):30. DOI: <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2020-0560>
58. Lal R, Brevik EC, Dawson L, Field D, Glaser B, Hartemink AE, *et al*. Managing soils for recovering from the covid-19 pandemic. *Soil Systems*. 2020;4(3):15. DOI: <https://doi.org/10.3390/soilsystems4030046>
59. Das AK, Islam MN, Billah MM, Sarker A. COVID-19 and municipal solid waste (MSW) management: a review. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021;28(23):15. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13914-6>
60. Makki F, Lamb A, Moukaddem R. Plastics and the coronavirus pandemic: a behavioral science perspective. *Mind and Society*. 2021;20(2):4. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11299-020-00258-w>
61. Yuan X, Wang X, Sarkar B, Ok YS. The COVID-19 pandemic necessitates a shift to a plastic circular economy. *Nature Reviews Earth and Environment*. 2021;2(10):2. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00223-2>
62. Zaleski P, Chawla Y. Circular economy in Poland: Profitability analysis for two methods of waste processing in small municipalities. *Energies*. 2020;13(19):26. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13195166>
63. Larrinaga C, Garcia-Torea N. An ecological critique of accounting: The circular economy and COVID-19. *Critical Perspectives on Accounting*. 2021;82:10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cpa.2021.102320>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.