
DESAFIOS Y OPORTUNIDADES EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS HACIA UNA ECONOMÍA CIRCULAR; UNA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE HACIA LA COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (ALC) Y LA UNIÓN EUROPEA (UE).

CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN WASTE MANAGEMENT TOWARDS A CIRCULAR ECONOMY; A REVIEW OF THE STATE OF THE ART TOWARDS A COMPARISON OF THE PERFORMANCE OF LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN (LAC) AND THE EUROPEAN UNION (EU).

Laura Daniela Gómez Sotelo.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, INAM - USTA, CARRERA 9 No. 51 - 11, BOGOTÁ, COLOMBIA.

ARTICLE INFO

Palabras Clave

Economía Circular, Análisis de Ciclo de Vida, indicadores de sostenibilidad, residuos sólidos, eco-eficiencia, reciclaje, recursos, políticas públicas.

Keywords:

Circular Economy, Life Cycle Analysis, sustainability indicators, solid waste, eco-efficiency, recycling, resources, public politics.

RESUMEN

La economía circular (EC) es actualmente una opción viable para los países, gobiernos, academia y sociedad para convertir los flujos de materiales y energía en flujos circulares y obtener mejores beneficios sostenibles. Una herramienta significativa es el análisis del ciclo de vida (ACV) la cual contribuye a la transición a la EC. Por lo tanto, en este artículo, se analizará la evolución del conocimiento científico de la economía circular (EC) en el contexto Latinoamericano (ALC) teniendo en cuenta cómo referente teórico, la Unión Europea (UE) mediante el análisis bibliométrico, y de redes. El propósito de esta revisión es profundizar en la evolución del campo de la investigación científica en la EC y el ACV, por medio de un análisis bibliométrico y de red utilizando la base de datos de Web of Science que proporciona nuevas ideas sobre la evolución del campo de investigación dado su creciente cobertura de temas relacionados con la sostenibilidad. En un primer paso se identifica y se realiza un análisis situacional actual de la EC y ACV en la UE y ALC, seguidamente se realiza un análisis de 490 estudios publicados y se utiliza bibliometría para proporcionar una descripción es este campo de investigación. Una segunda etapa implica el análisis de redes para identificar autores influyentes, publicaciones relevantes, realizando un seguimiento a las características bibliométricas de los términos clave de investigación, sus coincidencias, autorías de publicación (co) en varios niveles (autor, organización, ciudad, región, país), revistas temáticas y citas bibliográficas. Los hallazgos de coautoría, citación, co-ocurrencia y análisis de red indican que Reino Unido, Italia, España, Holanda, China, Suecia y Alemania tienen la mayor cantidad de literatura EC publicada. Los temas principales emergentes en la literatura conjunta de EC entre la UE y ALC son: evaluación del ciclo de vida, desechos alimentarios, residuos sólidos, los indicadores; eficiencia de recursos. Se concluye que hay un buen potencial para la cooperación internacional en los campos sectoriales de construcción y demolición, nuevos modelos de negocios, plataformas de productos y servicios, además se identificó que las revistas como; Sustentabilidad, y producción más limpia y conservación de recursos y reciclaje son los medios más importantes para publicaciones sobre EC y también para publicaciones conjuntas de investigadores de CE en ALC y UE-28.

ABSTRACT

The circular economy (EC) is currently a viable option for countries, governments, academia and society to convert flows of materials and energy into circular flows and obtain better sustainable benefits. A significant tool is life cycle analysis (LCA) which contributes to the transition to CD. Therefore, in this article, the evolution of scientific knowledge of the circular economy (EC) in the Latin American context (LAC) will be analyzed taking into account as a theoretical reference, the European Union (EU) through bibliometric analysis, and network. The purpose of this review is to deepen the evolution of the field of scientific research in CD and LCA, through a bibliometric and network analysis using the Web of Science database that provides new ideas about the evolution of the field. of research given its increasing coverage of issues related to sustainability. In a first step, a current situational analysis of CD and stroke in the EU and LAC is identified and carried out, followed by an analysis of 490 published studies and bibliometrics is used to provide a description in this field of research. A second stage involves the analysis of networks to identify influential authors, relevant publications, monitoring the bibliometric characteristics of the key research terms, their coincidences, authorship of publication (co) at various levels (author, organization, city, region, country), thematic magazines and bibliographic citations. Findings of co-authorship, citation, co-occurrence, and network analysis indicate that the UK, Italy, Spain, the Netherlands, China, Sweden, and Germany have the most published EC literature. The main themes emerging in the joint EC literature between the EU and LAC are; life cycle assessment, food waste, solid waste, indicators; resource efficiency. It is concluded that there is good potential for international cooperation in the construction and demolition sectors, new business models, product and service platforms, and it was also identified that magazines such as; Sustainability, and cleaner production and resource conservation and recycling are the most important means for publications on CE and also for joint publications of CE researchers in LAC and EU-28.

1. Introducción

Actualmente se evidencia un deterioro en el ecosistema a causa de la falta de un tratamiento óptimo a los residuos ordinarios y residuos sólidos peligrosos en zonas que son: tanto urbanas, como rurales y áreas industriales, generando un impacto negativo en el medio ambiente por falta de un óptimo manejo de estos, amenazando la sustentabilidad y sostenibilidad ambiental. En respuesta a este patrón consumista que está impulsando el agotamiento de los recursos, ha habido llamados a la transición de la economía actual que se caracteriza por ser lineal a una economía circular que es más amigable con el medio ambiente (Stephan, Muñoz, Healey, & Alcorn, 2020). Si bien es cierto el sistema económico expansivo está ejerciendo una enorme presión sobre la capacidad de carga del planeta. Las preocupaciones ambientales globales han llevado al surgimiento de la economía verde, que se extrapola al concepto de economía circular. Es allí donde radica la importancia de la búsqueda de una sociedad sostenible, satisfaciendo las necesidades actuales (Hostovský, 2014). Para alentar la perspectiva del ACV, esta es considerada como una herramienta indispensable de evaluación de impacto ambiental, promoviendo el diseño de productos y servicios más sostenibles, enfatizando en los procesos de reducción y reutilización de residuos.

En este orden de ideas es muy importante combinar el ACV, con un sistema sostenible para promover el desarrollo de la Economía Circular (EC) desde la fuente. Según el autor Ellen MacArthur define la EC como; "Mirar más allá del modelo industrial extractivo actual de tomar, fabricar y desechar (Schalkwyk, et al, 2018). A nivel mundial, la producción de residuos se ha multiplicado por diez en el siglo pasado. Actualmente, a nivel mundial se genera 2.02 mil millones de toneladas de residuos municipales al anualmente, lo que representa un promedio de 270 kg por habitante. Aunque esta última cifra es mucho mayor en los países desarrollados (Castillo-Giménez, et al, 2019). La EC se opone a la economía lineal, que caracteriza la forma de vida actual y que se basa en: extraer (recursos) - producir - consumir - tirar. A diferencia de este primer modelo, la economía circular se direcciona a "cerrar" el flujo de materiales y energía mediante la movilización de tres estrategias (las 3 R): reducir (uso de recursos), reutilizar (productos) y reciclar (los materiales). Por lo tanto, lograr un ciclo ecológico requiere un "consumo moderado", donde el consumo y la producción se estabilizan para cerrar el ciclo. (Johansson & Henriksson, 2020). A partir de esta premisa se designa un modelo económico donde su objetivo sea la producción de bienes y servicios de forma sostenible, haciendo una limitación el consumo irresponsable y el desperdicio de los recursos (materiales, agua, energía).

Debido al crecimiento económico y las limitaciones de los recursos naturales, el concepto de "economía circular" se hizo popular en China en la década de 1990. (Türkel, et al, 2018). Este enfoque se centra en aprovechar al máximo el reciclaje de los flujos de materiales, equilibrando la economía y el desarrollo haciendo un óptimo manejo del medio ambiente y sus recursos. En la década de 1970, en Europa y Estados Unidos, el concepto de las 3R de "reducción, reutilización y reciclaje" ha recibido una atención creciente. En estas décadas, la mayoría de las medidas se han centrado en el "lado de la producción". Aunque es muy complejo evitar el desperdicio, se limita la contaminación a través de principios como "el que contamina paga" y el tratamiento del "Final del Tubo, vale la pena mencionar que el mercado se está volviendo cada vez más competitivo y dirigido a los consumidores, que han comenzado a prestar atención a la conservación del medio y a interesarse por los procedimientos y acciones que realizan las empresas (Oliveira Santos, et al, 2020).

Es así como a finales de los años 70's se aborda el pensamiento de ciclo de vida (Li, Roskilly, & Wang, 2017), convirtiéndose en un principio para la acción, sin embargo, solo en una escala industrial limitada una gran cantidad de desechos se procesan fuera del territorio, e incluso se vierten en países menos ricos. En esta década se aborda el enfoque en la gestión de residuos y toma amplia importancia mediante la regulación de los vertederos y la incineración. En esta etapa, se introdujo por primera vez el concepto de prevención y el ciclo del producto, gestión y reciclaje de residuos, así mismo como sus entradas y salidas las cuales deben de estar contempladas desde el diseño aclaran los aspectos ambientales relevantes para una consideración sistemática de los problemas ambientales y ayudan a comprender cómo interactúa el producto con el medio ambiente (Della Volpi & Paulino, 2018). Inclusive la tasa de reciclaje entre los años ochenta y noventa aumentos considerablemente a causa de las medidas, políticas y planes voluntarios para la gestión empresarial y el reciclaje de residuos (Fellner & Lederer, 2020). En esta etapa, la literatura científica sobre el tema también ha aumentado constantemente, primero enfocándose en mejorar la gestión de residuos, luego en el reciclaje, la separación y la recolección. En los años 90's como se especifica en El informe Brundtland se propone un concepto de beneficio mutuo entre el medio ambiente y las empresas. Entonces para el desarrollo industrial sostenible, se necesita saber cómo poder medir el progreso utilizando indicadores ambientales, sociales y económicos a lo largo del tiempo. Como resultado, se ha desarrollado una gama de metodologías y herramientas para evaluar los indicadores ambientales para el logro de la sostenibilidad en todos los productos y tecnologías. Entre estos metodologías y herramientas, aquí se presenta la evaluación de sostenibilidad del ciclo de vida (ESCV) (Luu & Halog, 2016). Entonces allí los problemas ambientales son vistos como una oportunidad económica, donde las empresas pueden beneficiarse de una mayor eficiencia y el mejoramiento de su imagen. Por otro lado, en China, el modelo de parque eco industrial se promovió a fines de la década de 1990, y la aplicación del concepto de "sociedad armoniosa" se introdujo a mediados de la década de 2000, y luego se centró en el reciclaje en el proceso de pos consumo y el desarrollo de circuitos cerrados

basados en residuos dentro de la empresa o entre diferentes procesadores y grupos de consumidores (Winans, Kendall, & Deng, 2017). En los años 2000 se reportan datos científicos sobre la pérdida de biodiversidad, cambio climático, y la escasez del recurso hídrico, creando un llamado al cambio. El concepto EC se utiliza principalmente para la gestión de residuos en el Reino Unido, Dinamarca, Suiza y Portugal, aunque también hay modelos comerciales que utilizan el concepto de reciclaje (o reutilización) de materiales (Reike, et al, 2018).

Países como Malta, Chipre, Grecia, Letonia, Bulgaria, y Rumania tienen un porcentaje de utilización de vertederos y/o botaderos a cielo abierto 92%, 81%, 82%, 72%, 64% y 80% respectivamente (Parlamento Europeo, 2019) donde se continúa con las actividades de recolección sin una adecuada separación de los desechos desde su generación (Saenz & Urdaneta Joheni, 2014). La Comunidad Europea es uno de los principales impulsores en el tema de economía circular, es entonces donde las directivas en la UE de 2015, alientan a los países a proporcionar fondos para iniciativas consistentes con la economía circular y establecer un marco regulatorio para promover la economía circular (Momete, 2020). Por otro lado, en cuanto al contexto de ALC se encuentra en un proceso de transformación a un modelo de EC, donde se reconoce la importancia de las reformas significativas en la forma de producir, dejando atrás una forma de producción lineal (fabricar, comprar, usar y tirar) y avanzando hacia la EC, como un desafío por el reciclaje y la reutilización de materiales. Por medio del compromiso con la transición de las actividades industriales a un modelo sostenible, especialmente en las pymes, se generan estrategias que incluyen cambios en el proceso, optimización de la energía y la utilización de recursos en su ciclo de vida, e innovación ecológica.

ALC se encuentra en un nivel micro, allí las empresas están empezando a consolidar medidas con el fin de hacer una reducción de costos y aumentar la eficiencia en sus procesos, sin embargo, es posible trabajar para avanzar a un nivel más alto por medio de la consolidación de parques industriales y clústeres para diferentes tipos de industria. La EC en este contexto requiere cambios desde el ámbito organizacional, principalmente en los sistemas de fabricación y adquisición de productos, y el ámbito gubernamental, dada la importancia de establecer nuevas reglamentaciones que tengan un impacto a nivel macro (Palacio, 2017). Así mismo ALC ha ido incursionando en la EC, gracias a las iniciativas de grandes compañías multinacionales que han invertido en investigación y desarrollo, como Natura en Brasil y Danone en Argentina, para la industria de bebidas. Hoy en día, un 10% de residuos que son producido en toda la región se realiza un aprovechamiento por medio del reciclaje u otra forma de recuperación, según se especifica en el informe de la ONU donde hace énfasis en el panorama de la Gestión de Residuos en ALC. Cada ciudadano del centro y sur de América genera alrededor de 1 kg de basura al día, es decir 542.000 toneladas diarias, sin embargo, se estima que esta cifra aumente un 25% para el año 2050, llegando a las 671.000 toneladas diarias. (ONU, 2018). Uno de los mayores desafíos es después del consumo, bajo la visión de responsabilidad compartida, los consumidores juegan un rol clave en la gestión de residuos. Se debe trabajar para informar y autorizar a los consumidores a separar los desechos y elegir productos con menor impacto, reconsiderando la forma en que las empresas diseñan productos, dando lugar a que se promueva la creación de alianzas para promover el cambio.

1.1 Aplicando El concepto de Pensamiento de ACV

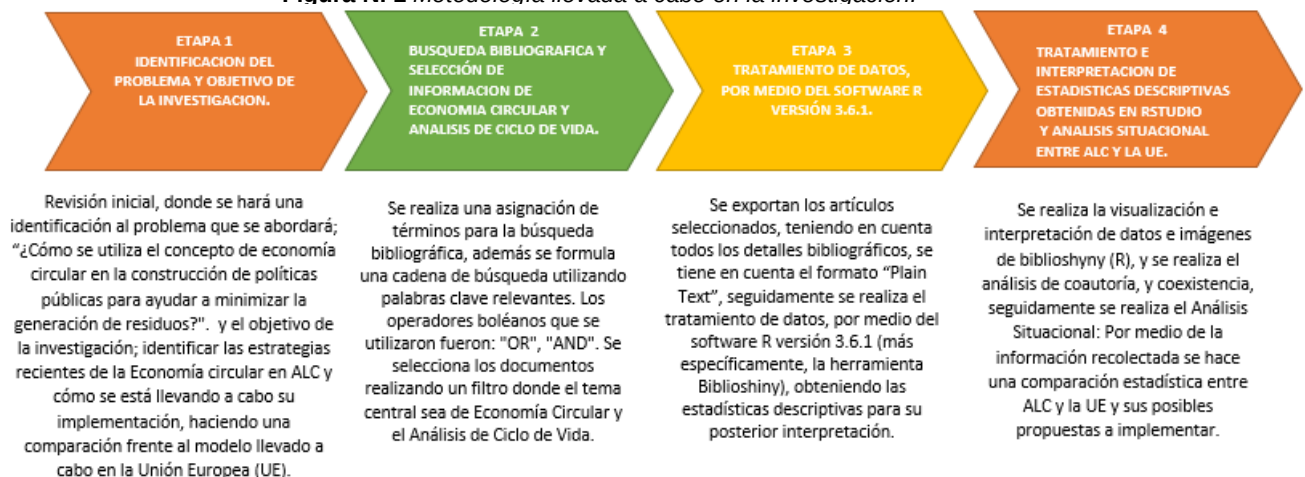
En este mismo contexto el ACV se convierte en una herramienta practica para comprender cómo se ha cumplido la elección de la jerarquía establecida en cuanto a tratamiento de residuos, en la literatura internacional y ciertas leyes. Según el Convenio de Basilea, en su sesión número diez en la Conferencia de las Partes llevada a cabo en el 2011, se tomó un sistema jerárquico, que debería tener en cuenta las opciones de tratamiento que puedan producir mejores efectos ambientales, teniendo en cuenta desde el diseño el pensamiento basado en el Ciclo de Vida que tendrá el producto. En los países desarrollados, con el tiempo, con la experiencia en la ejecución de políticas públicas permanentes y su implementación adecuada han ayudado a integrar sistemas de gestión en los que los rellenos sanitarios representan el porcentaje más pequeño en cuanto a otros métodos de tratamiento y con un indicador de aprovechamiento en incremento. Sin embargo, a pesar de una legislación única, no todos los países que componen la UE han mostrado los mismos resultados. Entre muchos, los rellenos sanitarios, siguen siendo las herramientas más utilizadas. Al mismo tiempo, en países latinoamericanos, y en otros lugares del mundo, hasta el día de hoy, estos residuos generados todavía tienen una eliminación en vertederos abiertos, lo que tiene un impacto negativo tanto en la salud como en el medio ambiente. Por lo tanto, esta estructura jerárquica puede verse como una escalera en la que los dos objetivos más importantes del sistema de gestión de residuos no se realicen a expensas de proteger la salud y el medio ambiente, en lugar de generalizar a una opción más ideal. Una paradoja es que se usan las herramientas más indeseables en la mayoría de los casos (Della Volpi & Paulino, 2018)

2. Metodología

En este estudio se utilizó una metodología mixta, la primera fase cualitativa de análisis documental donde se realizó una revisión detallada de la bibliografía utilizando varias fuentes documentales por medio de bases de datos especializadas, posteriormente se utilizaron software de análisis estadístico para identificar y analizar los datos de producción científica de publicaciones de economía circular.

El primer paso de esta revisión fue definir el problema que se estudiaría, es decir, "¿Cómo se utiliza el concepto de economía circular en la construcción de políticas públicas para ayudar a minimizar la generación de residuos?". El objetivo de la revisión se definió como; identificar las estrategias recientes de la economía circular en ALC y cómo se está llevando a cabo su implementación, haciendo una comparación frente al modelo llevado a cabo en la Unión Europea (UE). El siguiente paso fue la definición de los estudios que se incluirían en esta revisión; fueron aquellos que utilizaron conceptos de EC, ACV, gestión de residuos sólidos. Además, esto incluía la creación de una base de datos que incluyeran todos los resúmenes de una investigación preliminar, para encontrar los temas más relevantes dentro de esos documentos, que serían el foco de esta investigación. El objetivo al crear esta matriz para esta revisión fue delimitar las áreas más grandes de investigación de políticas públicas dentro del tema de la Economía Circular y luego enfocar la revisión en la determinación de los pilares de sostenibilidad. En esta búsqueda preliminar se utilizaron las palabras "Economía circular", "ACV", "Ecoeficiencia", "Sostenibilidad", "Políticas Publicas", además se realiza una valoración en cuanto a la calidad de estos artículos, los cuales tuvieron una rigurosa revisión de contenido, asegurando que fueran fuentes confiables y oficiales para su publicación e implementación.

Figura N. 1 Metodología llevada a cabo en la investigación.



Fuente: Autora

El método elegido para esta investigación fue una revisión sistemática del estado del arte, ya que proporciona un resumen de estudios previos en cuanto a la economía circular y busca las brechas de conocimiento en cuanto a las políticas desarrolladas. A continuación se evidenciara el paso a paso detallado de esta ; (1) Revisión inicial, donde se hará una identificación al problema que se abordara; (2) Definición del objetivo de investigación; (3) Criterios para seleccionar la información de los tipos de investigaciones que se incluirán en la revisión; (4) Delimitación de la estrategia para obtener la información, según las bases de datos que se seleccionarán y los entes gubernamentales seleccionados; (5) Aplicación de un filtro a aquellos estudios que no cumplen con los criterios preestablecidos; (6) Recopilación de datos por medio de una matriz y evaluación de calidad de los datos que han sido recopilados; (7) Tratamiento de datos por medio del programa RStudio, para que posteriormente se de paso al análisis y síntesis de resultados obtenidos.

2.1 Preparación de bases de datos para el análisis documental

Los datos para analizar la productividad de la investigación relacionados con la EC y el ACV se extrajeron de la base de datos de Web of Science (WoS), la cual incluye todos los tipos de artículos e indexa todos los autores, direcciones institucionales y referencias bibliográficas para cada artículo (Mongeon, P., Paul-Hus, A, 2016). La base de datos era de libre acceso a través de la red de la Universidad Santo Tomas, y el criterio de búsqueda se estableció para recuperar documentos desarrollados entre los años 2014 y 2020. Los datos se analizaron utilizando el software R versión 3.6.1 (más específicamente, la herramienta Biblioshiny).

2.2 Análisis Bibliométrico

Según la Universidad de Maryland (2019), el análisis bibliométrico se refiere al método cuantitativo de citas y análisis de contenido para revistas académicas, libros e investigadores. La investigación bibliométrica se define en el Glosario de términos estadísticos de la OCDE como: "El análisis estadístico de libros, artículos u otras publicaciones, para medir el 'producto' de individuos, instituciones y países, para determinar redes nacionales e internacionales, para mapear el desarrollo de nuevos campos (multidisciplinarios) de ciencia y tecnología "(Shonhe, 2020). En este orden de ideas se utilizan herramientas cuantitativas para el análisis bibliográfico, los artículos fueron extraídos teniendo en cuenta los detalles bibliográficos en el formato "Plain Text" para que este fuera procesado por los softwares especializados de

tratamiento bibliométrico, seguidamente se realiza un análisis descriptivo de los datos, utilizando el programa RStudio versión 3.6.1 (más específicamente, la herramienta Biblioshiny), para el análisis de la bibliografía encontrada, esto con el fin de hacer una visualización de los datos procesados, y se realiza un análisis de producción científica, países con un alto número de publicaciones relacionadas a la EC y ACV.

Después de los resultados encontrados, se procede a una discusión sobre los resultados descriptivos y de contenido. Estos resultados brindaron información sobre el direccionamiento de las investigaciones actuales y futuras, considerando la producción científica donde es tenido en cuenta el número de publicaciones, países, autores, revistas, etc. Para llevar a cabo el análisis de estas investigaciones se procede a hacer una minería de datos bibliográficos, en cuanto a desarrollo teórico, se especifica los países con el mayor número de políticas implementadas y la efectividad de estas. Para la búsqueda de información se utilizó los operadores booleanos en diferentes combinaciones para la consulta de información científica. Los términos utilizados fueron "Políticas Públicas", "Plan Nacional de Desarrollo", "ACV" O "Evaluación del Ciclo de Vida" Y "sostenibilidad". Para que ambos términos de la ecuación aparezcan en la búsqueda es utilizado el operador "Y", por otro lado, cuando uno de los dos términos debe de aparecer en la ecuación se escoge el operador "O". A partir de estas búsquedas iniciales se realizaron combinaciones en los términos relacionados que estaban contenidos en los resúmenes, y palabras claves de estas publicaciones. Para finalizar la información encontrada fue clasificada en una matriz según su año de publicación (del más antiguo al más reciente), centrándose en la búsqueda de políticas públicas. El análisis histórico presentó la idea de la preservación del valor y las opciones de retención del valor de los recursos, seguidamente se realiza una selección de documentos, el criterio de búsqueda se estableció para recuperar documentos desarrollados entre los años 2014 y 2020, obteniendo así un total de 490 artículos científicos relacionados.

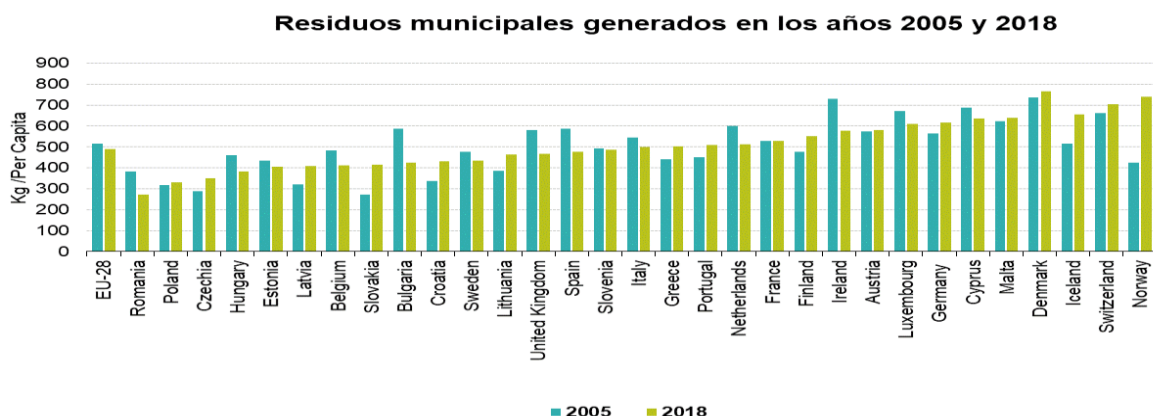
En la última etapa se hace una evaluación de la evolución en los últimos años de la implementación de estrategias para una transformación desde un modelo lineal a un modelo circular identificando el tiempo de adaptación a las nuevas estrategias y como la ciudadanía y las organizaciones las ha incorporado a su diario vivir. Finalmente, esta revisión concluyó con un análisis de contenido y situacional, en el cual recolectó el fin de cada iniciativa de EC dada, con este enfoque, fue analizada las políticas públicas desarrolladas en 9 países de América Latina teniendo en cuenta ideas, teorías, estrategias etc., y se analizó el pensamiento de ciclo de vida contemplado allí y resaltando los respectivos hallazgos. El presente estudio es un análisis comparativo útil para sugerir mejoras para los países menos eficientes de América Latina, al comparar su desempeño, insumos y productos con los de los países que tienen un mejor desempeño en la Unión Europea. Se desarrolló con la finalidad de describir la situación actual en cuanto al manejo de residuos sólidos para ALC, tomando como caso de estudio las medidas de implementación que han tenido países de la UE. Esto se realizó para contrastar las realidades en estos dos continentes, en cuanto al manejo de residuos, se hizo énfasis en su porcentaje de generación y aprovechamiento. Por esta razón lograr que ALC desarrolle mejoras en el manejo de residuos sólidos, requiere de una esquematización y reglamentación por parte de los dirigentes, que, junto con inversiones en infraestructura y formación ciudadana, en el tema del aprovechamiento.

3. Resultados

3.1 Tendencias Contexto Europeo

De acuerdo con el análisis posterior a la recolección de los datos de Eurostat correspondiente a la fase 1 de la metodología como se evidencia en la **Figura N.2** en el 2018, los 28 estados actuales miembros que conforman la Unión Europea (UE-28) generan casi 0.25 mil millones de toneladas de residuos municipales anualmente; esta cifra representa un promedio de 486 kg por habitante (Castillo-Giménez, et al, 2019). Los países de la UE generan aproximadamente alrededor de 482 Kg per cápita de residuos por año. De este modo, la política de gestión de residuos de la UE se centra en la eliminación de residuos, la recuperación de energía, el aprovechamiento y prevención de residuos. El aumento en la generación de residuos es un problema grave. La Comisión Europea ha establecido un objetivo de al menos el 70% de reutilización y reciclaje de residuos urbanos para 2030 (incluido al menos el 5% de reutilización de residuos urbanos). Por lo tanto, los objetivos de prevención de residuos en ese contexto son recientes y aún se encuentra en las primeras etapas de gestión (Minelgaitė & Liobikienė, 2019).

Figura N. 2 Tendencias en la generación y el tratamiento de residuos municipales en la Unión Europea desde 1995 a 2018.



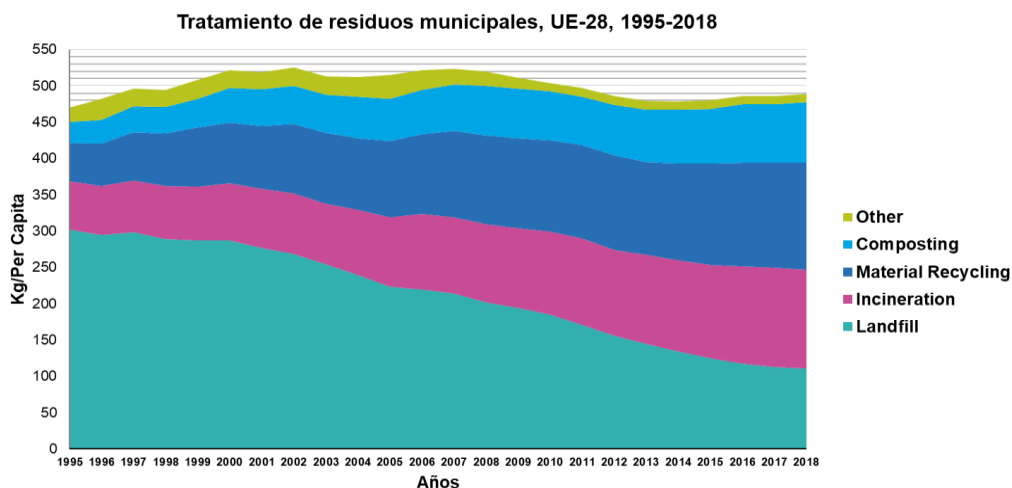
Fuente: Elaborado con datos tomados de Eurostat (env_wasmun)

3.2 Generación y el tratamiento de residuos municipales en la Unión Europea (UE) de 1995 a 2018

De acuerdo a los datos obtenidos de la fase de recolección de información se evidencia que hay una tendencia distinta hacia el uso de menos vertederos a medida que los países avanzan constantemente hacia formas alternativas de tratamiento de residuos. **La Figura 3** muestra la generación de residuos municipales en los países expresada en kilogramos per cápita. Los análisis de las bases de datos arrojan que las tendencias en la generación de residuos en la UE en 1995 y 2018 fue; en el 2018, el total de generación de residuos municipales varían considerablemente, desde 272 kg per cápita en Rumania hasta 767 kg per cápita aproximadamente en Dinamarca. Esto significa que las variaciones evidencian distintos patrones que tienen los consumidores y su nivel de ingresos, pero también influye cómo se hace la recolección y gestión de los residuos municipales. Esta grafica permite apreciar la generación de residuos, en Dinamarca, Chipre e Irlanda en 2005 fueron los más significativos sin embargo en Eslovaquia, la República Checa, Polonia y Letonia, el desperdicio de las personas se ha reducido de 2 a 2,5 veces en comparación con los "líderes", además los cambios en la generación de residuos también son desiguales.

Entre los países con la menor generación de residuos, se identificó un aumentó en su generación más rápidamente entre 2006 y 2016. Sin embargo, la relación entre los niveles de generación de residuos y las tasas de crecimiento en 2006 es insignificante. En Croacia, Lituania, Grecia, Finlandia, Alemania, Malta y Dinamarca se observó un aumento de residuos, ya que estos países no lograron una reducción de estos, y se evaluaron muy negativamente desde una perspectiva ambiental. Al mismo tiempo, la generación de residuos en Rumania, Bulgaria y España ha disminuido significativamente en los últimos 10 años. Estos países han implementado con éxito políticas de residuos, reduciéndolos

Figura N. 3 Tratamiento de residuos municipales de la UE por tipo de operación durante 1995-2018.



Fuente: Elaborado con datos tomados de Eurostat (env_wasmun)

en casi dos veces. En 2016, Dinamarca continuó siendo el "líder" en generación de residuos. En Chipre, Malta y Alemania, la cantidad de residuos generados también es una de las más altas, llegando a más de 600 kg per cápita. Rumanía, Polonia, la República Checa y Eslovaquia son los países de la UE con menor generación de residuos. La cantidad de residuos generados per cápita no ha alcanzado los 400 kg. Además, los resultados muestran que el nivel de generación de residuos depende en gran medida del desarrollo económico (Minelgaitė & Liobikienė, 2019). La gestión y el tratamiento eficientes de los residuos municipales son esenciales para lograr el crecimiento verde. Estudios recientes han revelado la convergencia en el desempeño de los estados que conforman la Unión Europea (UE) (Castillo-Giménez, Montañés, & Picazo-Tadeo, 2019).

3.3 Tratamiento de residuos municipales por tipo de operación,

Se encontró que a pesar de que se generan más residuos en la UE-28, la cantidad total de residuos municipales vertidos ha disminuido. En el período de referencia, el total de residuos municipales vertidos en la UE-28 cayó en 88 millones de toneladas, o 61%, de 145 millones de toneladas (302 kg per cápita) en 1995 a 57 millones de toneladas (111 kg per cápita) en 2018. Esto corresponde a una disminución anual promedio de 4.0%. Para el período más corto, el relleno sanitario 2005-2018 ha caído hasta un 4,9% anual en promedio. Como resultado, la tasa de vertedero (residuos depositados en vertederos como parte de los residuos generados) en la UE-28 cayó del 64% en 1995 al 23% en 2018 (EuroStat, 2019).

3.31 Tratamiento de residuos municipales,

Durante 2015-2017, los 28 países que conforman la UE generaron un promedio de 248 millones de toneladas de residuos municipales, donde el 98,1% de los residuos se procesaron. En ciertos países de Europa Central y del Norte (Dinamarca, Suecia, Luxemburgo) y países del sur (como Grecia y España), la tasa de tratamiento incluso ha alcanzado el 100%. En este orden de ideas las tasas medias de vertido de residuos municipales, incineración, reciclaje, compostaje y digestión en la UE fueron del 25,1%, 28,1%, 30,1% y 16,7%, respectivamente. Los miembros con la mayor cantidad de desechos per cápita también son los que hacen menos uso del vertedero (solo Chipre, Malta y Grecia parecen romper este patrón). En este sentido, Suecia, Bélgica, Dinamarca, los Países Bajos, Alemania y Austria informaron tasas de vertedero de menos del 5%, principalmente debido a la implementación de medidas nacionales destinadas a reducir este método de tratamiento. Por ejemplo, la legislación nacional en Suecia y Dinamarca estipula que la tasa de vertedero es tan baja como 0.6% y 1%, y el vertido de desechos combustibles ha sido prohibido desde 2002 y 1997 respectivamente; estos dos países tienen las tasas de incineración más altas entre los 28 países de la UE 52.5% y 51.5%.

3.3.2 Tratamiento de residuos municipales por tipo de operación,

En términos de eliminación de desechos urbanos per cápita, los países con peor desempeño aún utilizan principalmente los vertederos. Este grupo incluye principalmente nuevos estados miembros en Europa del Este, con Malta con la tasa más alta de vertederos (92.5%), Grecia (82%), Chipre (81.4%) y Rumania (80.5%). La mayoría de estos países se caracterizan por una infraestructura de incineración de residuos urbanos muy pequeña y un desarrollo bajo en las instalaciones de recolección y reciclaje. Con todo, este análisis exploratorio preliminar basado en una descripción simple del conjunto de datos muestra que, a pesar de la convergencia en los últimos años, todavía se encuentran diferencias en el desempeño del tratamiento de los residuos municipales entre los 28 estados miembros de la UE (Castillo-Giménez, et al, 2019).

3.4 Contexto de América Latina y El Caribe

De este modo, los residuos que se generan en esta área representan alrededor del 10% de los residuos generados a nivel mundial. En la actualidad, más de 40.000.000 de habitantes aún no tienen la posibilidad de acceder a los servicios básicos de recolección, y aproximadamente un tercio (alrededor de 145,000 toneladas) de desechos generados cada día termina en un almacenamiento de tipo abierto, lo que tiene un grave impacto en la salud y en el ambiente (ONU, 2018). Es por esta razón que, se hace una estimación donde solo se recupera el 10% de los residuos que son generados, lo que desperdicia muchos recursos valiosos, materiales y energía. Todavía hay deficiencias en la disposición de los gobiernos centrales y locales para establecer y proponer políticas de economía circular, sin embargo, los marcos regulatorios ayudan a promover la inversión y la sostenibilidad económica en este sector, y promueven el progreso de sistemas que brinden información y participación, lo cual contribuyen a procesos efectivos de toma de decisiones.

Una economía circular exitosa debe contar con la participación de actores adicionales, requieren que la industria desempeñe un papel mucho más importante en la economía circular y una correcta dirección para el tratamiento de los residuos. Desde la perspectiva industrial, el desarrollo de una economía circular tiene un potencial significativo para aumentar la competitividad de los países latinoamericanos a largo plazo. Latinoamérica tiene un gran reto en cuanto al uso de materias primas secundarias como insumo para la industria, ya que los procesos de producción pueden generar

un ahorro de costos, además de tener una óptima contribución para garantizar la seguridad del suministro para la industria. Gracias a la ubicación de los países latinoamericano se cuenta con una alta disponibilidad de materias primas, y a diferencia de países como Alemania no depende en un alto porcentaje en la importación de materias primas. Por esto se requieren de estrategias que garanticen la conservación de recursos, para evitar el desperdicio, se debe comenzar con el consumo consciente, el cual requiere una correcta planificación precisa de las compras, el almacenamiento correcto de los alimentos y el procesamiento de los residuos.

El objetivo a largo plazo debe ser evitar una sobreproducción a través de un consumo inconsciente, por ende, se debe repensar realmente cual es la demanda de productos y las necesidades personales y sociales. Allí radica la importancia de la incorporación de un esquema de retorno de materiales al ciclo productivo convirtiendo estos en nuevas formas de uso en el futuro. En cuanto a la labor que realiza el reciclador, por medio se la selección de rutas cortas de transporte y procesamiento, se debe de garantizar que su labor se realice en óptimas condiciones, por medio del apoyo gubernamental se puede contribuir al fortalecimiento de sector. Además, por medio de una colaboración con diversos actores estratégicos desde la industria y gobierno se estructure las capacidades de las empresas y PyMES del sector, centrándose en una transformación de la cadena de valor hacia un modelo circular. Al establecer un marco político que continúe permitiendo la innovación y la inversión, se puede crear incentivos importantes para traer recursos aún más valiosos, involucrando la participación de la ciudadanía para generar innovación por medio de incentivos con el fin de premiar la innovación y el diseño circular en la ciudadanía. Además de la estructuración de protocolos voluntarios compartidos para la transición hacia una economía circular.

PAIS	ENTIDAD ENCARGADA	INICIATIVA	DESCRIPCION
ARGENTINA	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable.	Propuesta de desarrollo de modelos de negocios sostenibles en el año 2016.	El proyecto se centra en la generación de energía para lograr la autosuficiencia, vender la energía restante a la red de distribución y también planea demostrar la producción de biogás y biometano para la generación de energía (incluida la cogeneración). Entonces se proyecta que la electricidad proveniente de energías renovables (biogás) se entregará a unas 21,000 personas, evitando así un total de 575 toneladas de dióxido de carbono.
		Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos con una proyección hasta el 2025.	La estrategia se basa en estándares integrales (reducción de la fuente, segregación de hogares, recolección y transporte, transferencia y regionalización), procesamiento (reciclaje inorgánico, compostaje de compuestos orgánicos, etc.). Se abordaron específicamente 5 objetivos los cuales son; 1). Reducción y Valorización de RSU 2). Implementación de la GRSU. 3). Clausura de Basurales a Cielo Abierto (BCA). 4). Recopilación, procesamiento y difusión de Información. 5). Comunicación y Participación.
CHILE	La Comisión de Fomento del Consejo Regional por parte del Ministerio de Economía.	Creación del Centro Tecnología en Economía Circular en Tarapacá, en el año 2019.	Esta iniciativa busca generar nuevos modelos de negocio y producción, en diversas áreas económicas, que sean más sostenibles y cuidadosos con el medioambiente, su objetivo esta enfocad en la solución de problemáticas ya existentes, se basa en fomentar la innovación en la economía, el desarrollo tecnológico y donde las empresas busquen lograr un desarrollo sostenible.
COLOMBIA	MINAMBIENTE Y COMERCIO INDUSTRIA Y TURISMO.	Creación del Plan Nacional de Desarrollo 2018-202, se desarrolla la Estrategia Nacional de Economía Circular 2018-2022.	Para hacer un fortalecimiento de desarrollo económico, ambiental y social del país a partir de la lógica de "producir conservando y conservar produciendo. Esta estrategia es uno de los principales medios para lograr el objetivo de "crecimiento verde", que es aumentar el reciclaje y la nueva utilización de residuos sólidos en todo el país al 17,9% y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20%. 2030 en el marco del Acuerdo de París (Saer & González, 2019).
	MINAMBIENTE.	Aprobación del CONPES en el año 2016.	Establece los lineamientos de la Política Nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, liderada por el MADS y el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MINAMBIENTE, 2016). La política apunta a convertirse en la base para la transición de la gestión integrada de residuos sólidos a una economía circular
	-Servicio	creación de la	Actualmente, Ecuador recolecta alrededor de 12,338 toneladas de

ECUADOR	Ecuatoriano de Normalización (INEN), junto con la Vicepresidencia de la República,	Norma Técnica basada en Economía Circular fue propuesta por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), en el año 2019, Pacto por la Economía Circular, el año 2019.	desechos sólidos todos los días, la mayoría de los cuales eventualmente van al sitio de disposición final. Según un informe de la Oficina Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), solo el 6% de los residuos se recicla a nivel nacional. Según los informes, en 2017 se reutilizaron alrededor de 626.000 toneladas de residuos entre cartón, residuos, papel, plástico y vidrio (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversión y Pesca, 2019). La primera iniciativa proporcionará orientación a las empresas que aplican proyectos para reducir el impacto en el medio ambiente e incluso reparar daños, además contribuirá con el fin de verificar el plan de economía circular de las empresas que lo aplican. En cuanto al pacto de economía circular, se desarrolló con el fin de implementar un uso eficiente y efectivo de los recursos por medio de la minimización, reutilización, aprovechamiento e industrialización de elementos involucrados en los procesos productivos.
	EL SALVADOR Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	El Plan El Salvador. Sustentable al 2030 en el año 2018.	Por medio de esta estrategia se pueden establecer responsabilidad extendida en el ciclo de producción, comercialización y consumo, cuya política se alinee a la innovación y hacia una promoción de economía circular. Para 2019, se implementa una política basada en la economía circular, incluyendo la promoción de la producción más limpia y la responsabilidad extendida en el ciclo de producción, comercialización y consumo (Consejo Nacional de Sustentabilidad Ambiental y Vulnerabilidad, 2018).
MEXICO	Gobierno de la Ciudad de México.	Plan de Acción para una economía circular, en el año 2019.	Por medio de esta iniciativa propone implementar una estrategia para reducir los efectos del cambio climático, se realizará una inversión inicial 14 millones de euros para la inversión en infraestructura y la transformación de 12.700 toneladas de residuos sólidos (Ruiz & Ruiz, 2018). que son generados diariamente en la ciudad. Uno de los siete ejes de esta estrategia se encuentra como objetivo "Basura Cero y Economía Circular" la cual proporcionara los mecanismos necesarios para evitar el envío de residuos sólidos a vertederos.
	PANAMA Municipios y Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario - AAUD (Gubernamental).	Ley Nº 33 Basura Cero, elaborada durante el año 2018.	El objetivo es hacer un óptimo aprovechamiento de los residuos y los recursos naturales, así como la generación de fuente de trabajo y la reducción en cuanto a contaminación e impactos a la salud y ambiente. Mediante La Ley 33 Basura Cero propone facilitar el reciclaje y tratamiento final de los desechos, a la vez que sugiere sanciones e infracciones administrativas. El éxito del programa motivó a que en septiembre de 2014 se presentara un proyecto de ley para convertirlo en una política pública, el cual fue aprobado en febrero pasado para que la ahora llamada Ley Basura Cero entrara en vigor a partir del 1 de junio 2018 (Farnum & Kelly, 2018). Por medio de esta política pública a nivel nacional obliga tanto a autoridades nacionales, provinciales y a la ciudadanía para que adopten medidas de prevención y reducción de la generación de residuos, creando cultura ciudadana para la separación desde la fuente.
PERU	El Ministerio de la Producción.	Hoja de ruta de la economía circular para la industria, en el año 2019.	Su objetivo es de contribuir al desarrollo industrial y económico sostenible. Se cuenta con una proyección a cinco años en cuanto al diseño de productos con mayor durabilidad, y la reincorporación de productos al proceso productivo como materia prima y fuente de energía. Para lograr esta transición de una economía lineal a una circular esta guía proporciona las acciones que tomara el estado para lograr el impulso este modelo económico, se está logrando una integración de políticas públicas de producción y consumo en el sector industrial.
	El Ministerio del Ambiente.	Eje Estratégico "Perú Limpio, en el año 2016.	Este es un eje de trabajo el cual tiene como objetivo promover el desarrollo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en Perú, enfatiza en la creación de conciencia por parte de los ciudadanos para tener una vida plena y saludables con mejores condiciones ambientales para el desarrollo. Las entidades e instituciones públicas deben de comprometerse a promover hábitos eco eficientes, como directriz se sigue la guía de eficiencia para el

URUGU
AY

Ministerio de
Industria,
Energía y
Minería,
Ministerio de
Vivienda,
Ordenamiento
Territorial y
Medio Ambiente
y Ministerio de
Ganadería,
Agricultura y
Pesca.

Programa de
Oportunidades
Circulares. en el
año 2018.

sector público (Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

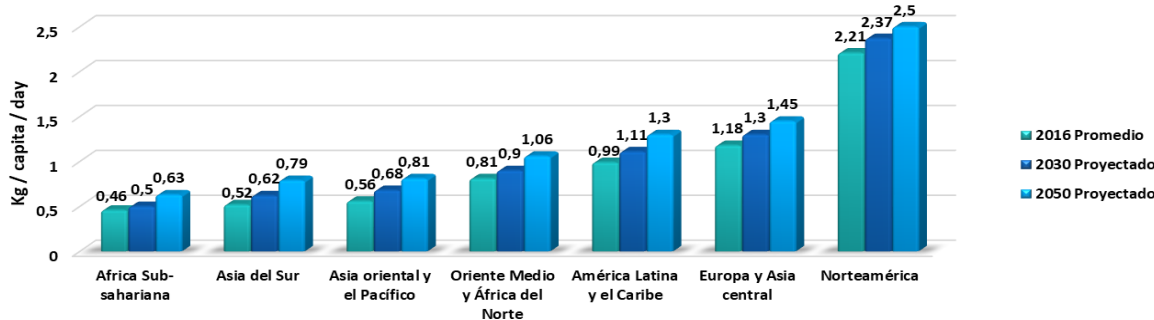
El objetivo de esta iniciativa es impulsar las ideas, implementación y ejecución de proyectos que promueva una transición eficaz hacia la economía circular, contribuyendo al desarrollo productivo sostenible (Trigo, 2019). Las propuestas seleccionadas validan sus ideas, formulan un plan de validación y las ideas ganadoras reciben el apoyo para implementar su plan. Por medio de esta iniciativa fomenta la mejora en cuanto a productividad y competitividad en las empresas.

4. La Economía Circular en la Actualidad

El enfoque de la EC existente se ha analizado identificando las ideas principales comunes, como la optimización de productos, la eco eficiencia y la eco eficacia, la reducción de residuos y las 4R las cuales son las principales estrategias para lograr la EC. Por otro lado, se han identificado diferencias entre los enfoques relacionados con dimensiones de la EC como la extensión del ciclo (rigidez del ciclo dentro de una cadena de valor) y el alcance a un sector económico. Adicional a esto hay un interés en la ejecución de este modelo, y por medio de las políticas públicas como mecanismo se están incorporando en el sector privado y publico en cada país, resaltando la importancia de la implementación de programas donde surgen ideas e iniciativas haciendo partícipes sectores industriales los cuales pueden llegar a mejorar por medio de buenas prácticas y con el fin de materializarlas para generar un aprovechamiento de recursos y una disminución de gastos. Se debe avanzar a una economía circular, si bien se sabe en la industria y en los hogares una gran cantidad de materiales se pierden, lo que traduce el enfoque de este modelo es maximizar el potencial en la reutilización de los materiales que se pierden, obteniendo beneficios desde ahorro de los gastos de las industrias hasta proteger y administrar correctamente los recursos naturales.

Figura N.4 Proyección de generación de Residuos per cápita/día en ALC durante 2016-2050.

Proyección de generación de residuos per cápita



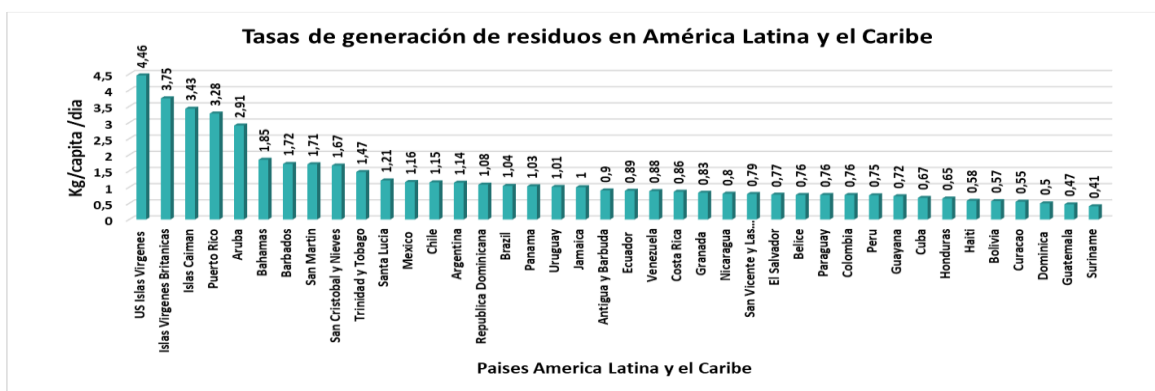
Fuente: Elaborado con datos tomados de la ONU Medio Ambiente (2018).

Como generalmente se espera que los desechos aumente con el desarrollo de la economía y la población, se espera que la producción de desechos muestre el mayor aumento en países que tienen bajos y medianos ingresos. En particular, con el crecimiento económico y la urbanización, se espera que África Subsahariana y Asia del Sur generen aproximadamente tres veces y el doble de desechos en las próximas tres décadas **Figura N.5**. Se espera que los países de altos ingresos como América del Norte, Europa y Asia Central aumenten gradualmente sus niveles de desechos. Para 2030, se espera que los desechos en los países de altos ingresos aumenten menos porque han alcanzado el punto de desarrollo económico y el consumo de material es menor, vinculado al crecimiento del PIB. Los países de bajos y medio ingresos están en la posición de mayor actividad económica y crecimiento de la población como es el caso de ALC. Se espera que los niveles de residuos aumenten más del triple para 2050. En el nivel per cápita, la tendencia es similar, y se espera que la cantidad de desechos generados por los países de ingresos bajos y medianos logre el mayor aumento (Banco de Desarrollo de América Latina 2018).

4.1 Antecedentes y tendencias

América Latina y el Caribe cuenta con 42 países, incluidas América del Sur y las islas del Caribe. La población de la región en 2016 era de 638 millones de personas. Con respecto a los sistemas de residuos sólidos en la región, aunque las prácticas varían según los niveles de ingresos, se están modernizando. Muchas ciudades han iniciado programas de separación en la fuente, con tasas de recuperación más altas para materiales como aluminio, papel y plástico (ONU, 2018). El reciclaje es común en la región, excepto en las islas del Caribe, donde está surgiendo el mercado emergente de reciclaje. Con o sin control ambiental y social, cada vez más desechos se transportan a los vertederos, pero una gran cantidad de desechos todavía se vierte, quema o utiliza como alimento para animales.

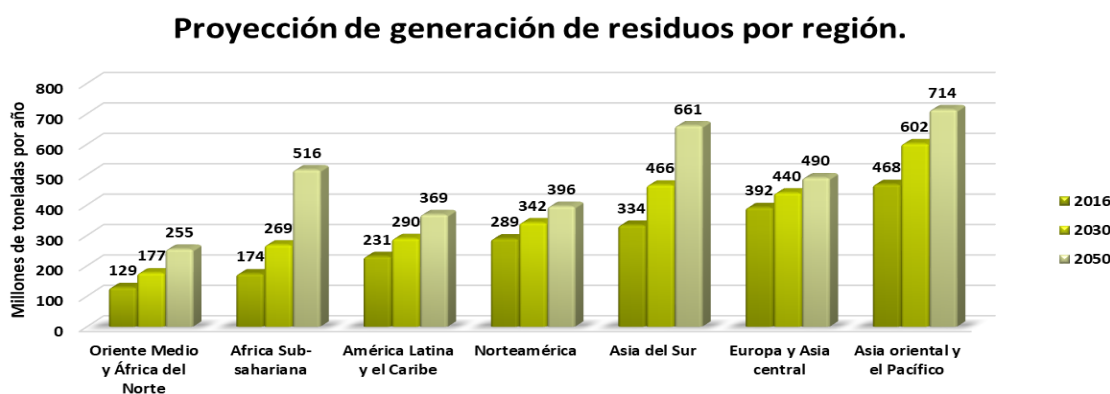
Figura N.6 Gestión y tratamiento de los residuos en ALC.



Fuente: Elaborado con datos de Banco de Desarrollo de América Latina (2018).

La perdurabilidad de los vertederos es una gran incógnita, especialmente considerando la ocurrencia frecuente de desastres naturales en el Caribe. El Caribe cuenta con la problemática de la basura marina de plástico, que es un desafío que debe resolverse. Algunas ciudades avanzadas están comenzando a convertir el gas de los vertederos en energía. Otras ciudades están explorando nuevas tecnologías, como la incineración de residuos para obtener energía y la digestión anaeróbica, de las cuales la esta última ha recibido especial acogida. Desde una perspectiva política, la mayoría de los países y ciudades tienen al menos un mecanismo regulador para guiar las actividades de gestión de residuos. La recuperación de costos varía en toda la región, incluidos los subsidios gubernamentales, los impuestos, las tarifas a los usuarios y los subsidios cruzados a diferentes niveles de ingresos. Los impuestos ambientales por arrojar basura son comunes, pero los fondos no siempre se utilizan para actividades de gestión de residuos sólidos.

Figura N.6 Tasas de generación promedio de residuos según la region



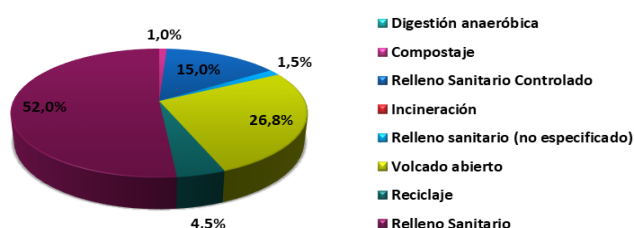
Fuente: Elaborado con datos tomados de la ONU Medio Ambiente (2018).

4.2 ¿Qué pasa con la Generación y composición de residuos?

En 2016, ALC produjo 231 millones de toneladas de desechos, con un promedio de 0,99 kg por persona por día **Figura 6**. muchos de los mayores productores de desechos son países insulares con una economía turística activa. Más de dos tercios de los residuos, se eliminan en algún tipo de vertedero **Figura 7**. Más de la mitad de los residuos se eliminan en relleno sanitario con algunas medidas de control ambiental, lo que refleja el enfoque de la región en los métodos de eliminación sostenibles. El vertido abierto representa aproximadamente el 27% de la eliminación y el tratamiento de residuos. El reciclaje y compostaje se utilizan en toda la región. Muchas ciudades están comprometidas con el reciclaje de residuos, aunque el alcance de la implementación varía de un país a otro. Por ejemplo, ciudades como Montevideo, Uruguay y Bogotá, y Medellín en Colombia han reciclado más del 15% de sus desechos. Además, ciudades como la Ciudad de México en México y Rosario en Argentina tienen un manejo de 10% en el compost. Además, la recolección de gas de vertedero se ha convertido en el principal mecanismo para recuperar energía de los desechos en ALC.

4.3 Alemania como Referente Teórico

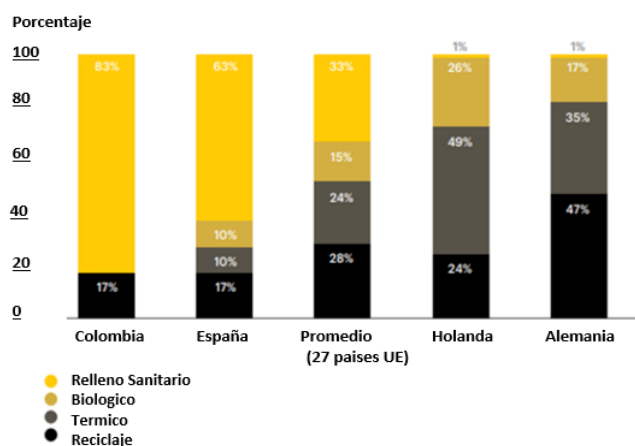
Figura N.7 Eliminación y tratamiento de residuos en ALC.
Eliminación y tratamiento de residuos en
América Latina y el Caribe



Fuente: Elaborado con datos de *ONU Medio Ambiente (2018)*.

Alemania, tiene un enfoque demasiado fuerte y un excelente nivel en la estructura de gestión de residuos, se basan en un modelo de recolección optimizada de materiales valiosos a partir de residuos, realizando un aprovechamiento en la optimización técnica, encontrando un equilibrio entre las posibilidades económicas y ecológicas. Además, este país cuenta con una ambiciosa política de gestión de residuos, fue uno de los pioneros mundiales en el sector del embalaje, es entonces donde el desperdicio se convirtió en un problema técnicamente "resuelto". Un desafío clave, también comunicativo, será transmitir que la economía circular es mucho más que una mejor separación de residuos y gestión de residuos técnicamente optimizada (Nelles, et al, 2016).

Figura N.8 Tratamiento de residuos Tomando como punto de referencia a Alemania



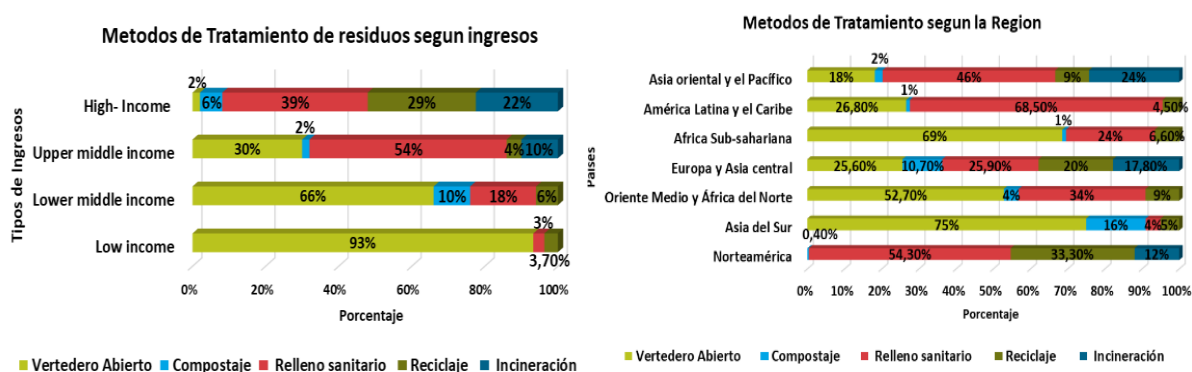
Fuente: Banco de Desarrollo de América Latina (2018).

ingresos, el 22% de los desechos se incinera, principalmente en países y regiones de alta capacidad y tierras limitadas, como Japón y la Isla Virgen Británica

5. Métodos de tratamiento de residuos según ingresos

Las prácticas de eliminación de residuos varían según el nivel de ingresos y la región **Figura N.9** El vertedero abierto es común en los países de bajos ingresos, allí aproximadamente el 93% de los desechos se queman o arrojan en carreteras, terrenos abiertos o vías fluviales, pero en otro escenario los países de altos ingresos, solo el 2% de desechos se vierten. Más de dos tercios de los desechos se vierten; al sur de Asia y África subsahariana, lo que tendrá un gran impacto en los desechos futuros. A medida que las economías de varios países prosperan, la gestión de residuos ha adoptado un enfoque más sostenible. Aunque solo el 3% de los residuos se vierte en vertederos en países que cuentan con bajos ingresos, aproximadamente el 54% de los residuos se envían a vertederos en países de ingresos medios y altos. Por otro lado, los países más ricos tienden a centrarse más en recuperar materiales a través del reciclaje y el compostaje. En países de altos ingresos, el 29% de los residuos se recicla, el 6% es compostado. La incineración también es común, en países de altos ingresos, el 22% de los desechos se incinera, principalmente en países y regiones de alta capacidad y tierras limitadas, como Japón y la Isla Virgen Británica

Figura N.9 Comparación del tratamiento de residuos según la región.



Fuente: Elaborado con datos del Banco de Desarrollo de América Latina (2018).

La Figura 9 muestra una comparación de la composición de RSU agrupada por nivel de ingreso per cápita del país. Se puede ver que la participación de los componentes de la fracción orgánica está en línea con las expectativas, lo que demuestra que los países con ingresos más bajos tienen una mayor participación en porcentaje en peso, mientras que los países con ingresos más altos tienen una proporción relativamente pequeña. Cabe señalar que, en esta región, la gran mayoría de países se encuentran en un nivel ingresos medios altos. Adicional a esto los países de altos ingresos reportan altos niveles de papel en sus desechos. Así pues, se cuenta con un porcentaje de 5% en el nivel de ingreso más bajo, hasta el 23% para países de alto ingreso, y con un 15 y 16% para los países con ingresos medio-bajo y medio-alto respectivamente.

6. Tratamiento de Datos Bibliográficos

Es entonces donde los mercados emergentes en América Latina se encuentran en diferentes situaciones políticas, económicas y sociales, lo que resulta en condiciones diversas, sin embargo, los mercados emergentes tienen que diversificar sus industrias, cambiar sus regulaciones y realizar las inversiones adecuadas lo cual puede beneficiarse de la economía circular, como una gran visión para movilizar empresas y gobiernos. Sin embargo, necesita metodologías comprobadas para garantizar que la visión genere beneficios en específico para el medio ambiente y la sociedad. El Análisis de ciclo de vida puede complementar la visión con mediciones estrictas y completas, lo que ayuda a asegurar la facilidad de la implementación a nivel de producto, y probar los impactos de los modelos de negocio circulares, validar sus supuestos y obtener retroalimentación para mejorar. Además, puede ayudar a definir objetivos e indicadores para medir y fomentar la circularidad en el tiempo en los países.

6.1 Producción científica anual

El número total de palabras clave de autor registradas en esta muestra es 1764 **Tabla N.1**. La dinámica de la producción literaria presentada en la **Figura N.10** muestra que la actividad de investigación en Economía Circular, desde 2015 ha habido un constante ascenso en la productividad de la investigación. Los años 2019 y 2020 fueron los más productivos. En general, ha habido una tasa de crecimiento anual del 122.4%. Estos hallazgos implican que la actividad de investigación relacionada con la EC y el ACV está en constante aumento.

En cuanto a las citas se destacan 5 artículos; [Blomsma f, 2017, J ind ecol](#), con 142 citas y una tasa de crecimiento anual de 35.5, seguido de [Prieto-sandoval v, 2018, J clean prod](#) con 102 citas, y una tca de 34.0, [Witjes s, 2016, Recurso de conservación de recursos](#) con 142 citas y con una tca de 29.400, [Reike d, 2018, recurso de conservación de recursos](#) con 85 citas y un tca de 28.333, y por ultimo [Schroeder p, 2019, J ind ecol](#) con 49 citas y una tca de 24.333.

Tabla N.1 Países autores correspondientes

AUTORES	CITAS
COMISION EUROPEA	230
FUNDACION ELLEN MACARTHUR	127
EUROSTAT	64
TUKKER A	64
PNMUA	58
NACIONES UNIDAS	43
FAO	40
OCDE	39

Fuente: Elaborado con R-tool para Bibliometrix: Biblioshiny (2020).

6.2 Autores más citados

La [Comisión Europea](#) ocupa el primer puesto con 230 citas, le sigue la [Fundación Ellen Macarthur](#) con 127, [Bmnp](#) con 84 citas, [Ghisellini p](#) con 83 citas, [EuroStat](#) con 64 citas, [pnuma](#) con 58 citas, [Naciones Unidas](#) con 43 citas, [Fao](#) con 40 citas, la [Ocde](#) con 39 citas.

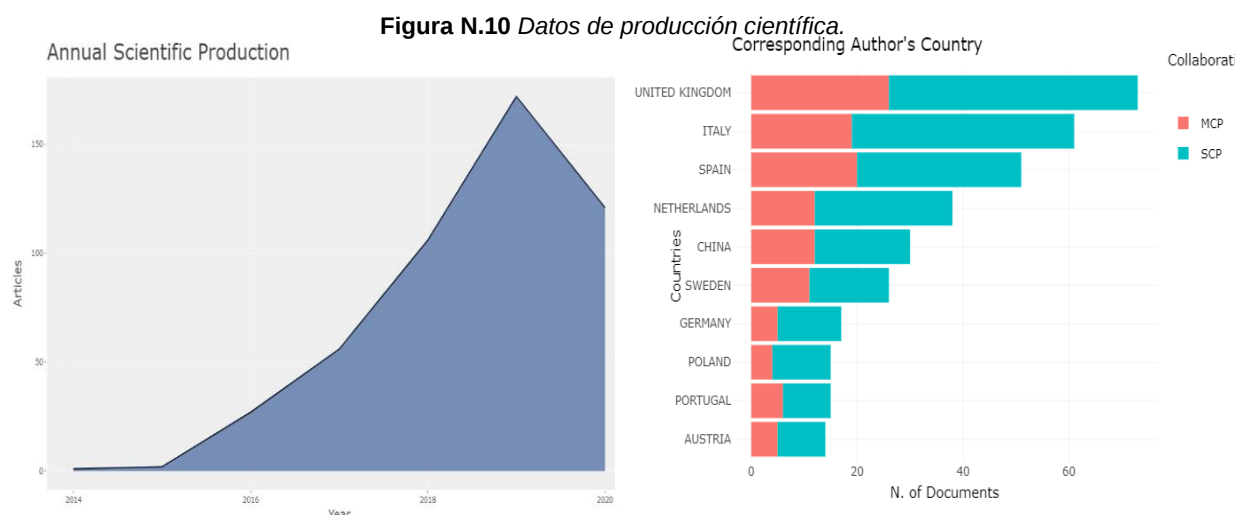
Tabla.N.2 Principales Características de la colección.

Descripción	Resultados
MAIN INFORMATION ABOUT DATA	
Timespan	2014:2020
Sources (Journals, Books, etc)	70
Documents	490
Average years from publication	1.39
Average citations per documents	8.306
Average citations per year per documents	2.771
DOCUMENT TYPES	
article	402
article; early access	5
article; proceedings paper	5
editorial material	16
review	62
DOCUMENT CONTENTS	
Keywords Plus (ID)	1457
Author's Keywords (DE)	1764
AUTHORS	
Authors	1828
Author Appearances	2152
Authors of single-authored documents	22
Authors of multi-authored documents	1806
AUTHORS COLLABORATION	
Single-authored documents	23
Documents per Author	0.268
Authors per Document	3.73
Co-Authors per Documents	4.39
Collaboration Index	3.87

6.3 Organizaciones, Fundaciones y países más productivos

En términos de los países más productivos, la **Figura N.10** muestra que Reino Unido está a la cabeza con un total de 72 publicaciones. Sin embargo, 25 de estas publicaciones fueron de autoría múltiple con otros países. Italia ocupó el segundo lugar con 41 publicaciones de un solo país y 19 publicaciones de varios países. España aseguró el tercer puesto con 31 publicaciones de un solo país y 20 publicación de múltiples países. Países bajos está en el cuarto puesto con 26 publicaciones de un solo país y 12 publicación de múltiples países. Estos hallazgos evidencian que existe un mayor trabajo de producción del país de origen y una colaboración mínima entre investigadores de diferentes países. Reino Unido, Países bajos, Italia, España, Suecia, China y Alemania son los países más citados y se presenta la mayor producción escrita en los últimos años; las elaboró los siguientes autores con sus respectivas citas obtenidas en sus publicaciones; en el 2019 AZAPAGIC A. publico 4 artículos obteniendo 33 citas al año, este mismo año se destaca HADDAWAY NR. con 4 artículos y 17 citas, en el 2018 el autor IACOVIDOU E. publica 4 articulo logrando 87 citas, y PURNELL P A. publica 4 artículos logrando 62 citas y en el año 2017 este mismo autor publica 3 artículos logrando obtener 120 citaciones. En el 2017 el autor VELISC C. publica 3 artículos obteniendo 116 citaciones, y el autor MARRON A. publica 2 artículos con 106 citas.

Fuente: Elaborado con R-tool para Bibliometrix: Biblioshiny (2020).



Fuente: Elaborado con R-tool para Bibliometrix: Biblioshiny (2020).

6.4 Revistas más citadas:

Las revistas más destacadas que registraron mayor producción en cuanto a este tema fueron; [Sustentabilidad](#) con 175 artículos, [Revista de Producción más Limpia](#) con 51 artículos, [Conservación y Reciclaje de recursos](#) con 40 artículos, [Ciencia del Entorno Total](#) con 21 artículos, [Gestión de Residuos e investigación](#) con 20 artículos, [Revista de Ecología Industrial](#) con 19 artículos, [Gestión de Residuos](#) con 17 artículos, [Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud pública](#) con 11 artículos . Esto muestra que los investigadores también se han interesado en esta área de investigación, que es fundamental para el logro de los ODS que dependen en gran medida del acceso a la información.

Tabla N.1 Países autores correspondientes

Pais	Citas	Prom Citation Artículo
UNITED KINGDOM	1067	14,62
NETHERLANDS	544	14,32
ITALY	363	5,95
SPAIN	354	6,94
SWEDEN	228	8,77
CHINA	222	7,40
GERMANY	154	9,06
FINLAND	118	11,80
USA	108	9,00
SWITZERLAND	102	20,40
POLAND	92	6,13
AUSTRIA	77	5,50
PORTUGAL	76	5,07
DENMARK	67	9,57
ROMANIA	67	4,79
FRANCE	62	6,20

Fuente: Elaborado con R-tool para Bibliometrix: Biblioshiny (2020).

7.Conclusiones

Después de hacer un análisis comparativo entre los países en estudio se encontró que Perú está creando actualmente su estructura nacional para combatir el cambio climático a través de acciones de mitigación y adaptación, por ende, es el país que cuenta con mayores estrategias en cuanto a economía circular y mayor efectividad en cuanto a su implementación. De igual manera la evaluación del ciclo de vida, ha sido útil en términos de apoyo a las políticas para evaluar su potencial, así como en la identificación de contribuciones adicionales en sectores donde se ha obviado el potencial de mitigación. Por ende, se sugiere que los métodos del ciclo de vida contribuyan como herramientas para hacer el monitoreo de la adecuación ambiental para la adopción de tecnologías baja en carbono al contexto local. La contribución del instrumento de la EC, es el ACV que ha sido un aporte en cuanto a la identificación de cargas ambientales en los procesos industriales o al momento de ofertar un producto o un servicio. Su aplicación ha demostrado ser de particular importancia en los escenarios de formulación de políticas, que han permitido cambiar hacia estrategias ambientalmente más sostenible. Por ejemplo, lo que ha ocurrido en el sector de bioenergía, en el que numerosos estudios de ACV han identificado el medio ambiente, beneficios de la transición a los biocombustibles. Otros ejemplos en los que el ACV ha apoyado al recurso humano que desarrolla las políticas en términos de toma de decisiones los cuales incluyen el sector de residuos.

Es justo enfatizar que estos enfoques integrados han tenido un énfasis hacia la evaluación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero GEI. También puede verse como una oportunidad para fortalecer las políticas y acciones de mitigación del cambio climático. De hecho, el ACV también se puede implementar desde una perspectiva de responsabilidad de consumo, asignando todas las emisiones causadas por la producción, el consumo y

el final de la vida útil de un bien o servicio desde un enfoque de demanda final. En cuanto a la trayectoria de países como México, Chile, Colombia y Perú se evidencia una materialización de la hoja de ruta que han diseñado y adoptado cada vez más la circularidad como un modelo factible, esto se debe a presiones climáticas y una nueva perspectiva del crecimiento actual. En este orden de ideas los gobiernos en los países de América Latina cuentan con todas las riquezas y recursos, y se debe entrar en una transición para comprender más a fondo lo que significa la economía circular con la posibilidad de generar un punto de equilibrio en cuanto a las agendas productivas y ambientales priorizando iniciativas por medio de una planificación estratégica a corto, mediano y largo plazo. En el escenario de los países como Chile, Venezuela, se evidencia que hay una gran brecha de desigualdad arraigado en un modelo donde no se hace parte la sostenibilidad, sin embargo, lo que pretende la economía circular es reevaluar el modelo productivo actual para hacerlo más inclusivo y sostenible.

Si bien es cierto la parte económica y financiera es importante la dimensión ambiental garantiza una circularidad y sostenibilidad en el sistema. Por ejemplo, el sector minero en Chile puede aplicar principios de circularidad para ser más eficiente en el uso de los recursos y valorizar los desechos que genera. La transición energética a las energías renovables fotovoltaicas en México se debe considerar ya que habrá varias tecnologías que serán obsoletas en unos años, por ende, incursionar en el campo energético es una oportunidad para este país para la obtención de energía. El Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL) ha realizado estudios para su aprovechamiento en los estados costeros debido a su alta radiación. En cuanto a Colombia y Argentina pueden hacer un aprovechamiento de la biomasa generada y disminuir el uso de energía contaminante y perjudicial para la salud. Además, se debe incentivar la innovación de negocios circulares hacia la producción de bioenergía y emprendimientos. Los datos bibliométricos obtenidos en la base de datos de Web of Science evidencian un aumento en la producción científica en cuanto a EC y ACV entre el 2014 y el 2020. El análisis de la muestra con respecto a los años de publicación destaca que la investigación ha sido particularmente intensa en los últimos tres años, en el 2018 con 106 artículos, en el 2019 con 172 y en lo corrido del año 2020, con 121 artículos, donde se hace un énfasis especial en el enfoque innovador para las empresas de distintos sectores para promover la valorización de los residuos, con el fin de aumentar la eficiencia de los recursos, minimizando así los costos de la producción y directamente se estaría logrando una reducción en cuanto al impacto medioambiental relacionado al desperdicio total de la producción tal como energía, material, emisiones a la atmósfera etc.

En cuanto a la centralización del trabajo en los países europeos y China demuestran el resultado de la implementación de políticas públicas, además la expansión de la investigación requiere apoyo político y gubernamental, y esto lo confirma las estadísticas obtenidas en el análisis bibliográfico en el aumento de producción escrita en los países, liderando Reino Unido, Países Bajos, Italia, España, Suecia, China y Alemania son los países más citados ya que han desarrollado e implementado investigación, esto se considera un componente muy importante de la innovación y un avance para el desarrollo de las sociedades modernas, para comprender mejor el rol del ser humano en el contexto medioambiental. Adicional a esto la mayor cantidad de publicaciones proviene de tres revistas; Sustentabilidad, Revista de Producción más Limpia, Conservación y Reciclaje de recursos, contribuyendo a la colaboración en la producción científica que ayudara a los investigadores a comunicarse y compartir sus avances, así como hacer una retroalimentación en cuanto a innovación y diseño. Estos documentos se centran en torno al tema del reciclaje ya que es la estrategia más frecuente al abarcar el concepto de EC, estas condiciones son propicias para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, garantizando un nivel de capacitación lo más alto posible garantizando el acceso y la circulación de la información más valiosa. En cuanto a la colaboración a nivel global, el eje principal se encuentra en Reino Unido, desde allí hay una continua colaboración hacia China, América del Norte, Canadá, Austria, Suiza.

El mayor número de publicaciones abarcaba el tema de la reutilización de los materiales, sin embargo, se encuentra que hace falta una estandarización para la reutilización de estos y su adopción en la industria, además falta conciencia y lineamientos específicos entre las partes interesadas en la cadena de valor en la industria por ende se debe de generar una alineación normativa con la colaboración de estas partes en la organización, junto con una correcta inversión en cuanto al diseño de nuevos productos, ya que el mejor residuo es el que no se genera y es allí en la parte del diseño donde se contempla las métricas, las herramientas y el potencial de reutilización de productos al final de su ciclo de vida. Estos estándares de diseño fortalecen la promoción de prácticas competitivas justas que beneficie la producción de cualquier tipo de producto. Es importante reconocer la estrategia básica para llegar a la EC y el desarrollo sostenible desde el sector público hasta el privado. Según las medidas de intervención, estas estrategias se dividen en dos categorías: La primera es (1) en cuanto a eficiencia ecológica y la segunda en cuanto a (2) efectividad ecológica. Es entonces donde se debe empezar con esfuerzos en cuanto a eco - eficiencia ecológica, tal como lo es la producción más limpia (PL), cuando se logre un máximo desempeño ambiental se puede considerar realizar intervenciones de eco efectividad por medio del eco diseño y el diseño Cradle to Cradle, lo cual conllevará al diseño de productos y procesos de alta calidad donde se erradique el concepto de basura desde el inicio lo que significa la creación de activos y valor después del primer uso de productos.

Entonces para lograr maximizar este potencial, se deben superar los obstáculos actuales, como la competencia de precios por las alternativas de recursos, la capacidad de infraestructura y la complejidad de ciertos productos de desecho, los planes de responsabilidad que debe asumir el productor. Pueden usar efectivamente su potencial para aumentar aún más la tasa de recuperación. Estas iniciativas deberían combinarse con medidas para mejorar la economía del reciclaje,

eliminar sustancias peligrosas de los productos y aplicar conceptos de diseño al reciclaje. En contraste con la Unión europea los objetivos existentes en esta legislación han establecido estándares muy altos porque tienen como objetivo aprovechar el potencial del reciclaje. Por ejemplo, hasta 2035, el objetivo actual de reciclaje de residuos urbanos tiene como propósito utilizar la mayor parte del potencial para reciclar este flujo de residuos. Sin embargo, en ALC se debe reconocer una trayectoria progresiva. Esta investigación proporciona una revisión de la literatura de la Economía Circular, aclara la situación actual de los países de Latinoamérica con las políticas públicas más significativas que han implementado, y proporciona una base para identificar posibles mejoras, además tiene un gran potencial para mejorar la eficiencia de las organizaciones de fabricación en términos de las tres dimensiones de la sostenibilidad, como una solución alternativa al modelo económico actual (toma, fabricación, consumo y disposición) de la producción.

Por medio del fortalecimiento de la legislación ambiental permitirá generar oportunidades como la promoción de instrumentos económicos para implementar políticas más estrictas, y teniendo claro que quien contamina debe de pagar, haciendo una verificación por medio de límites permisibles. Actualmente la importancia de los estudios bibliométricos ha aumentado gracias a la necesidad de resumir los temas de investigación que particularmente tienen una gran cantidad de publicaciones (Kiraz & Demir, 2020). Como resultado, este estudio buscó proporcionar un análisis descriptivo de la literatura publicada. Para lograr este objetivo, se recuperaron datos de una muestra de (490 registros) de la base de datos de WoS y se visualizaron los resultados obtenidos a través del software y R. Los hallazgos revelaron que entre los años 2018 y 2019 se ha visto un momento pico de investigación de EC y ACV. El análisis descriptivo determinó la relevancia del tema de la EC y ACV en la comunidad investigativa. Aunque hay un reciente desarrollo de artículos estos están en una fase exploratoria, en camino a la validación. Dada la problemática actual que gira alrededor de la gestión de residuos, se requiere involucrar a los consumidores como actores clave para que por medio de estrategias de cultura ciudadana desarrollen un reciclaje de manera sostenible, además del fortalecimiento de esta infraestructura desde iniciativas locales para poder implementar estrategias de cooperación, intercambio de conocimiento y promover y alentar el reciclaje por medio de mecanismos educativos que involucren a los consumidores; segundo, facilitar una cooperación con las organizaciones para promover el reciclaje inclusivo; y tercero, comprometerse a fortalecer las industrias locales de reciclaje. Los países que tienen una mayor tasa de crecimiento del producto interno bruto, como México, Argentina, Colombia, Chile, Perú, en América Latina y las economías de más rápido crecimiento se centran en aumentar su producción, lo que a su vez conduce a producir más desechos si siguen el suministro lineal. Por lo tanto, existen amplias oportunidades en dichos países para enfocarse en la investigación de EC para su crecimiento económico, social y ambiental. Así como lo estipula la agenda de economía circular en el caso de Europa la cual exige mantener los materiales en la economía el mayor tiempo posible y su valor lo más alto posible.

9. Bibliografía

- Alejandro, E. M., van Bodegom, P. M., & Guinée, J. B. (2019a). Towards an optimal coverage of ecosystem services in LCA. *Journal of Cleaner Production*, 231, 714-722. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.284>
- Banco de Desarrollo de América Latina. (2018). Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos Oportunidades en América Latina. Corporación Andina de Fomento.
- Bertoni, A., & Bertoni, M. (2018). PSS cost engineering: A model-based approach for concept design <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.cirpj.2018.08.001>
- Bertoni, M., Pezzotta, G., Scandella, B., Wall, J., & Jonsson, P. (2019). Life cycle simulation to support cross-disciplinary decision making in early PSS design <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.procir.2019.03.138>
- Castillo-Giménez, J., Montañés, A., & Picazo-Tadeo, A. J. (2019). Performance in the treatment of municipal waste: Are European Union member states so different? <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.scitotenv.2019.06.016>
- Chen, X., Chen, J., Wu, D., Xie, Y., & Li, J. (2016). Mapping the Research Trends by Co-word Analysis Based on Keywords from Funded Project <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.140>
- Coba, C. M., Boucher, X., Medini, K., & Gonzalez-Feliu, J. (2019). Simulation-based approach to apply uncertainty evaluation framework, for PSS economic models <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.procir.2019.02.138>
- Consejo Nacional de Sustentabilidad Ambiental y Vulnerabilidad. (2018). Plan El Salvador Sustentable. Consejo Nacional de Sustentabilidad Ambiental y Vulnerabilidad.
- Costa, D., Quinteiro, P., & Dias, A. C. (2019a). A systematic review of life cycle sustainability assessment: Current state, methodological challenges, and implementation issues. *Science of the Total Environment*, 686, 774-787. <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.scitotenv.2019.05.435>
- Costa, D., Quinteiro, P., & Dias, A. C. (2019b). A systematic review of life cycle sustainability assessment: Current state, methodological challenges, and implementation issues <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.scitotenv.2019.05.435>
- D'Amato, D., Gaio, M., & Semenzin, E. (2020a). A review of LCA assessments of forest-based bioeconomy products and processes under an ecosystem services perspective. *Science of the Total Environment*, 706, 135859. <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.scitotenv.2019.135859>
- DANE. (2018). Cuenta Ambiental y Económica de Flujo de Materiales – Residuos Sólidos. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuentas-residuos/Bt-Cuenta-residuos-2016p.pdf
- de Oliveira Santos, H., Alves, J. L. S., de Melo, Fagner José Coutinho, & de Medeiros, D. D. (2020). An approach to implement cleaner production in services: Integrating quality management process <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.jclepro.2019.118985>
- Della Volpi, Y., & Paulino, S. R. (2018). The sustainability of services: Considerations on the materiality of accommodation services from the concept of life cycle thinking <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.166>
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). Política para la Gestión integral de residuos sólidos 2016 - 2030. Consejo Nacional

- de Política Económica y Social república de Colombia.
- Eurostat. (2019). Estadísticas sobre residuos. (). https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/es#Generaci.C3.B3n_total_de_residuos
- Farnum, F., & Kelly, R. (2018). Primera Caracterización nacional de recicladores de oficio de Panamá (Universidad de Panamá ed.)
- Fellner, J., & Lederer, J. (2020). Recycling rate – The only practical metric for a circular economy? <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.wasman.2020.06.013>
- Fuentes, J. C. (2019). Promoción de la economía circular en el sector moda y textil en México.
- Gallego-Schmid, A., Chen, H., Sharmina, M., & Mendoza, J. M. F. (2020). Links between circular economy and climate change mitigation in the built environment <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.jclepro.2020.121115>
- Gbededo, M. A., Liyanage, K., & Garza-Reyes, J. A. (2018a). Towards a Life Cycle Sustainability Analysis: A systematic review of approaches to sustainable manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 184, 1002-1015. <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.jclepro.2018.02.310>
- Graham, M. (2018). Hoja de Ruta para la transición de la Economía Circular en el Sector Industria (Ministerio de la Producción ed.)
- Hostovsky, C. (2014). Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research. https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1007/978-94-007-0753-5_898
- IDEAM. (2017). Inventario nacional y departamental de gases efecto invernadero. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023634/INGEI.pdf>
- Johansson, N., & Henriksson, M. (2020). Circular economy running in circles? A discourse analysis of shifts in ideas of circularity in Swedish environmental policy <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.spc.2020.05.005>
- Kambanous, M. L., & Sakao, T. (2020a). Using life cycle costing (LCC) to select circular measures: A discussion and practical approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 104650. <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.resconrec.2019.104650>
- Kaza, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank. 2018. What a Waste 2.0: una instantánea global de la gestión de residuos sólidos para 2050. Desarrollo Urbano; Washington, DC: Banco Mundial. © Banco Mundial. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317> Licencia: CC BY 3.0 IGO
- Kiraz, M., & Demir, E. (2020). A Bibliometric Analysis of Publications on Spinal Cord Injury During 1980–2018 <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.wneu.2020.01.064>
- Kühl, C., Tjahjono, B., Bourlakis, M., & Aktas, E. (2018). Implementation of Circular Economy principles in PSS operations <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.procir.2018.03.303>
- Kuhlenkötter, B., Wilkens, U., Bender, B., Abramovici, M., Süße, T., Göbel, J., Herzog, M., Hypki, A., & Lenkenhoff, K. (2017 a). New Perspectives for Generating Smart PSS Solutions – Life Cycle, Methodologies and Transformation. *Procedia CIRP*, 64, 217-222. <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.procir.2017.03.036>
- Li, J., Xiao, F., Zhang, L., & Amirkhanian, S. N. (2019). Life cycle assessment and life cycle cost analysis of recycled solid waste materials in highway pavement: A review <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.jclepro.2019.06.061>
- Li, T., Roskilly, A. P., & Wang, Y. (2017). A Regional Life Cycle Sustainability Assessment Approach and its Application on Solar Photovoltaic <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.egypro.2017.03.757>
- Luu, L. Q., & Halog, A. (2016). In Ruiz-Mercado G., Cabezas H.(Eds.), Chapter Fourteen - Life Cycle Sustainability Assessment: A Holistic Evaluation of Social, Economic, and Environmental Impacts. Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/B978-0-12-802032-6.00014-1>
- Minelgaitė, A., & Liobikienė, G. (2019). Waste problem in European Union and its influence on waste management behaviour <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.scitotenv.2019.02.313>
- Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca. (2019). Ecuador apunta al Pacto por la Economía Circular. <https://www.produccion.gob.ec/ecuador-apunta-al-pacto-por-la-economia-circular/>
- Ministerio del Ambiente. (2016). Perú Limpio. Ministerio del Ambiente.
- Momete, D. C. (2020). A unified framework for assessing the readiness of European Union economies to migrate to a circular modelling. *Science of the Total Environment*, 718, 137375. <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.scitotenv.2020.137375>
- Mongeon, P., Paul-Hus, A. La cobertura de la revista Web of Science y Scopus: un análisis comparativo. *Scientometrics* 106, 213–228 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5>
- Moustakas, K., Rehan, M., Loizidou, M., Nizami, A. S., & Naqvi, M. (2020). Energy and resource recovery through integrated sustainable waste management <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.apenergy.2019.114372>
- Nelles, M., Grünes, J., & Morscheck, G. (2016). Waste Management in Germany – Development to a Sustainable Circular Economy? <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.proenv.2016.07.001>
- Neves, A., Godina, R., Azevedo, S. G., & Matias, J. C. O. (2020). A comprehensive review of industrial symbiosis <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.jclepro.2019.119113>
- Niero, M., & Rivera, X. C. S. (2018b). The Role of Life Cycle Sustainability Assessment in the Implementation of Circular Economy Principles in Organizations <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.procir.2017.11.022>
- ONU. (2018). Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26448/Residuos_LAC_ES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ostojic, P. (2019). Centro de Innovación y Economía Circular – CIEC . <https://ciecircular.com/wp-content/uploads/2020/03/Brochure-Centro-de-Innovaci%C3%B3n-y-Econom%C3%ADa-Circular-CIEC-2020.pdf>
- Palacio, S. (2017). Economía Circular: Un gran reto para América Latina. Plataforma Economía Circular. <https://www.pec-americanas.com/single-post/2017/09/06/Econom%C3%ADa-Circular-Un-gran-reto-para-Am%C3%A9rica-Latina>
- Parlamento Europeo. (2019). Informe de la Comisión al Parlamento Europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones. (). Bruselas, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019DC0190&from=EN>
- Piontek, F. M., & Müller, M. (2018a). Literature Reviews: Life Cycle Assessment in the Context of Product-Service Systems and the Textile Industry. *Procedia CIRP*, 69, 758-763. <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.procir.2017.11.131>
- Piontek, F. M., & Müller, M. (2018b). Literature Reviews: Life Cycle Assessment in the Context of Product-Service Systems and the Textile Industry <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.procir.2017.11.131>
- Reike, D., Vermeulen, W. J. V., & Witjes, S. (2018). The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 246-264. <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.resconrec.2017.08.027>
- Robaina, M., Murillo, K., Rocha, E., & Villar, J. (2020). Circular economy in plastic waste - Efficiency analysis of European countries <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.scitotenv.2020.139038>
- Rodríguez, A. E., Pezzotta, G., Pinto, R., & Romero, D. (2020). A comprehensive description of the Product-Service Systems' cost

estimation process: An integrative review <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.iipe.2019.09.002>

Saenz, A., & Urdaneta Joheni. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>

Saer, A., & Gonzalez, E. (2019). Estrategia Nacional de Economía Circular.

Sauve, G., & Van Acker, K. (2020). The environmental impacts of municipal solid waste landfills in Europe: A life cycle assessment of proper reference cases to support decision making <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.jenvman.2020.110216>

Schröder, P., Lemille, A., & Desmond, P. (2020). Making the circular economy work for human development <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.resconrec.2020.104686>

Shonhe, L. (2020). Continuous Professional Development (CPD) of librarians: A bibliometric analysis of research productivity viewed through WoS <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.acalib.2019.102106>

Silva, V. L., & Sanjuán, N. (2019a). Opening up the black box: A systematic literature review of life cycle assessment in alternative food processing technologies. *Journal of Food Engineering*, 250, 33-45. <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.jfoodeng.2019.01.010>

Spadafora, A., & Blandon, J. (2015). Programa Basura Cero, 2015- 2035. Alcaldía de Panamá.

Stephan, A., Muñoz, S., Healey, G., & Alcorn, J. (2020). Analysing material and embodied environmental flows of an Australian university — Towards a more circular economy <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.resconrec.2019.104632>

Suhariyanto, T. T., Wahab, D. A., & Rahman, M. N. A. (2017a). Multi-Life Cycle Assessment for sustainable products: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 165, 677-696. <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.jclepro.2017.07.123>

Trigo, E. (2019). Plan de acción en economía circular. *Residuos Profesional*. <https://www.residuosprofesional.com/ce-aprueba-plan-accion-economia-circular/>

Türkeli, S., Kemp, R., Huang, B., Bleischwitz, R., & McDowall, W. (2018). Circular economy scientific knowledge in the European Union and China: A bibliometric, network and survey analysis (2006–2016) <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.jclepro.2018.06.118>

van Eck NJ, Waltman L. (2014) Visualizing Bibliometric Networks. En: Ding Y., Rousseau R., Wolfram D. (eds) *Midiendo el impacto académico*. Springer, Cham

van Schalkwyk, R. F., Reuter, M. A., Gutzmer, J., & Stelter, M. (2018). Challenges of digitalizing the circular economy: Assessment of the state-of-the-art of metallurgical carrier metal platform for lead and its associated technology elements. *Journal of Cleaner Production*, 186, 585-601. <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.jclepro.2018.03.111>

Ruiz, H., & Ruiz, P. (2018). Ciudad de México presenta su plan de acción para una economía circular. *Forética*.

Visentin, C., da Silva Trentin, Adan William, Braun, A. B., & Thomé, A. (2019a). Application of life cycle assessment as a tool for evaluating the sustainability of contaminated sites remediation: A systematic and bibliographic analysis. *Science of the Total Environment*, 672, 893-905. <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.scitotenv.2019.04.034>

Winans, K., Kendall, A., & Deng, H. (2017). The history and current applications of the circular economy concept <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.rser.2016.09.123>

Zhang, W., Guo, J., Gu, F., & Gu, X. (2018). Coupling life cycle assessment and life cycle costing as an evaluation tool for developing product service system of high energy-consuming equipment <https://doi.org/https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.jclepro.2018.02.146>