

POLITÉCNICO COLOMBIANO  
JAIME ISAZA CADAVID



# BIOECONOMÍA Y ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Juan Murcia-Palacios y Alba N. Ardila-A.

Email de correspondencia: [anardila@elpoli.edu.co](mailto:anardila@elpoli.edu.co)

BOLETÍN CAMER  
Septiembre 2022

## 1. Introducción

La Química Industrial actual se basa en recursos no renovables, plantas de procesamiento gigantescas y centralizadas, y una gran generación de desechos. Sin embargo, el cambio climático, el envejecimiento de la infraestructura, la disminución de los recursos, el aumento de la población, el panorama geopolítico cambiante y la pandemia de COVID-19 han dejado al descubierto las debilidades de la cadena de suministro global actual y la necesidad de migrar a un modelo de producción más sostenible. Para lograr el cambio de modelo, los diferentes actores gubernamentales y de la sociedad civil deben trabajar juntos para garantizar que la transformación de nuestra actual industria química sea exitosa.

Dado el surgimiento de la sustentabilidad como el tema definitorio de nuestro tiempo, es esencial que los graduados universitarios, y especialmente los estudiantes de Tecnología en Química Industrial y de Laboratorio, tengan una comprensión fundamental de los temas clave en este emergente campo de estudio multidisciplinario.

Por ello, hoy en día, el desarrollo sostenible es un concepto esencial en la educación superior. Una de las definiciones más reconocidas de este concepto se basa en el informe Brundtland donde enuncia como "desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". Ahora bien, como los tres pilares fundamentales del desarrollo sostenible son el Medio Ambiente, la Sociedad y la Economía; la educación superior en este contexto del desarrollo sostenible (ODS) se presenta como un gran desafío.

## 2. ¿Cómo hacer que la industria química sea sostenible desde el modelo de la bioeconomía?

Esta es una de las preguntas que aborda el semillero de investigación en Gestión de La Calidad-GESCA. Antes de dar nuestra mirada, vale la pena detenernos para destacar la definición aceptada en el GESCA del concepto Bioeconomía. Desde esta orilla se entiende por bioeconomía "la producción y utilización de recursos biológicos basadas en el conocimiento, procesos y principios biológicos innovadores para proporcionar bienes y servicios de manera sostenible en todos los sectores económicos" (Bioeconomy Summit 2015, p. 4).

Ahora bien, la industria química solo será sostenible, en el largo plazo, si transita hacia el uso de los recursos renovables como fuente de materias primas. Por lo tanto, la industria química debe estar fundamentada desde un modelo de bioeconomía. Sin embargo, proveer biomasa a gran escala para una industria intensiva en recursos puede tener impactos negativos en el medio ambiente y la seguridad alimentaria, que deben tenerse en cuenta para no poner en peligro el logro de estos ODS's.

Por lo anterior, y dada la estrecha conexión entre los ODS's, la bioeconomía y la sostenibilidad de la industria química, el GESCA viene apoyando procesos investigativos para cubrir de forma holística aspectos relacionados con la educación superior para contribuir al logro de los 17 ODS's, a saber, fin de la pobreza, hambre cero, buena salud y bienestar, educación de calidad, igualdad de género, agua limpia y saneamiento, energía limpia y asequible, trabajo decente y crecimiento económico, industria , innovación e infraestructura, desigualdades reducidas, ciudades y comunidades sostenibles, consumo y producción responsables, acción climática, vida bajo el agua, vida en la tierra, paz, justicia e instituciones y alianzas sólidas.

### 3. ¿Cómo vincular los ODS's con los pilares del Desarrollo Sostenible?

Aunque puede resultar difícil relacionar los 17 ODS's con sus impactos en los tres pilares del Desarrollo Sostenible: el Medio Ambiente, la Sociedad y la Economía; el Centro Resiliente de Estocolmo definió una jerarquía para los ODS's en función a estos pilares y lo ilustró como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Los ODS's y los Pilares del desarrollo Sostenible Tomado de: <https://www.lurconsultores.com>

Para algunos de estos 17 ODS's, la bioeconomía es particularmente central. Por ejemplo, hay grandes expectativas de la bioeconomía en la lucha contra el hambre y la pobreza (ODS 2 y 1), en el establecimiento de patrones de producción y consumo sostenibles con el aprovechamiento de la biomasa residual (ODS 12), y la protección de todos los recursos naturales desde el clima hasta la biodiversidad (ODS 13, 14, 15). Sin embargo en esta imagen, no queda claro cómo los ODS se conectan unos con otros.

En este sentido, para cumplir con estas expectativas, se deben crear sistemas de gestión de la calidad marco confiables y orientadas a la innovación, que brinden perspectivas de valuación integral de los impactos ambientales, económicos y sociales de los productos/servicios desarrollados bajo este enfoque. Aquí surge la evaluación de la sostenibilidad mediante el análisis del ciclo de vida (ACV), como método de investigación operativa para evaluar los factores críticos y los facilitadores clave que influyen en el desarrollo sostenible.

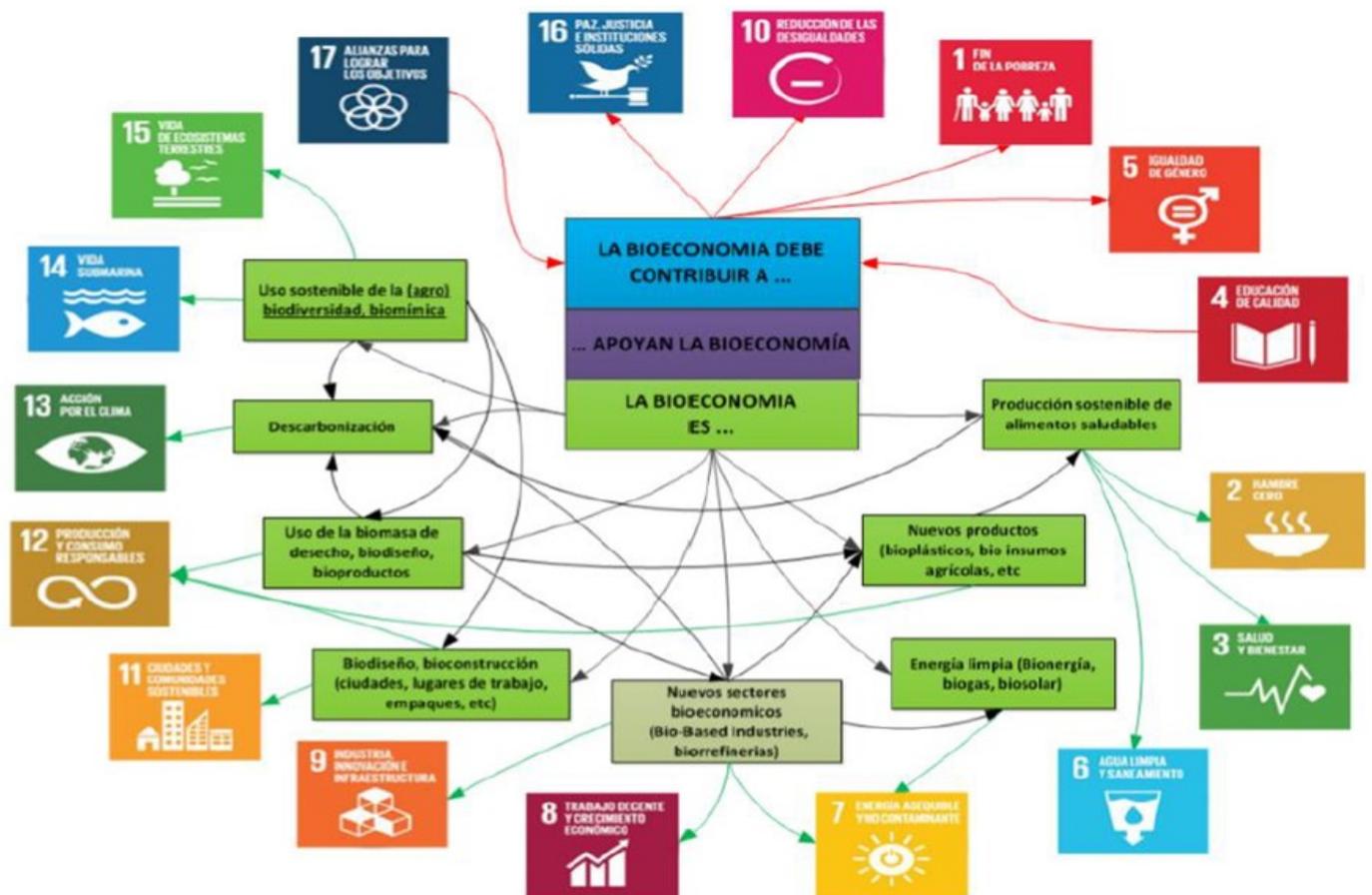


Figura 2. Los ODS's y la Bioeconomía. Tomado de Castrillon, 2018.

## 4. Análisis del Ciclo de Vida desde la ISO 14040

### 4.1 Aspectos Generales

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) aborda todos los aspectos ambientales e impactos ambientales potenciales a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto, lo cual comprende las actividades de extracción y adquisición de la materia prima, la producción, utilización, reciclado y por último la disposición final (Finkbeiner, M. 2013).

La sostenibilidad de los recursos naturales y un desarrollo económico ajustado a la realidad de nuestro país (el cual enfrenta escasez de recursos alimenticios, contaminación excesiva y baja eficiencia productiva) dependen de las acciones que se tomen para disminuir el impacto de los procesos productivos y de la optimización de los mismos.

Por ello, el ACV busca identificar los puntos críticos en los procesos productivos y así ofrecer a las partes interesadas información verás, transparente y pertinente. A partir de allí, se emplea para optimizar el sistema/proceso/producto/servicio a corto plazo, minimizando el impacto ambiental de este.

#### 4.2 ¿Cómo se define el análisis de ciclo de vida?

El análisis del ciclo de vida (ACV) se define como la recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un producto/proceso/servicio a lo largo de su ciclo de vida. Los resultados de este estudio se certifican mediante las normas ISO 14040 y 14044.

#### 4.3 ¿Cuáles son las etapas involucra el ACV?

En un ACV se cuantifica el impacto potencial de cada producto/proceso/servicio y su cadena de valor mediante las siguientes etapas:

- ♦ Inventariar las entradas y salidas más importantes del sistema,
- ♦ Determinar el impacto ambiental potencial asociado a esas entradas y salidas
- ♦ Dilucidar los resultados del análisis del inventario.



Figura 3. Etapas de un ACV. Tomado de <https://www.conservacionycarbono.com/>

#### 4.4 ¿Qué impactos se pueden incluir en un ACV?

A continuación se presentan algunos de las Categorías de Impactos Ambientales asociados al Ciclo de Vida de productos/procesos y servicios:

- ◆ Impactos sobre los recursos renovables
- ◆ Impactos sobre los recursos no-renovables
- ◆ Potencial de calentamiento global (Huella de carbono)
- ◆ Potencial de deterioro de la capa de ozono
- ◆ Potencial de acidificación
- ◆ Potencial de creación foto-química de ozono
- ◆ Uso de energía
- ◆ Uso de agua
- ◆ Toxicidad (humana, terrestre, acuática)

#### 5. ¿Qué producto/proceso podría considerarse sostenible y cómo se podría medir el progreso hacia la sostenibilidad?

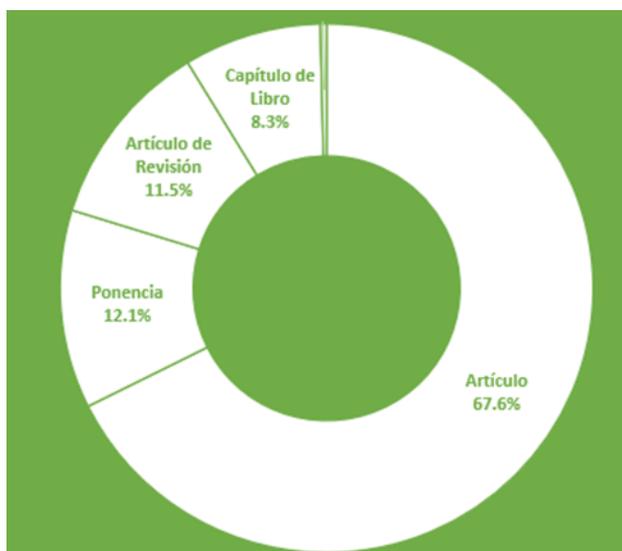
Lograr la sostenibilidad requiere equilibrar aspectos económicos, ambientales y sociales de procesos, productos y servicios desde la óptica de la calidad. De ahí que, la respuesta parezca sencilla: debe verse la imagen completa antes de poder decir si un producto/proceso, servicio es realmente sostenible o no. Lo anterior, porque el hecho de que algo sea 'bio' no siempre significa que sea mejor. Su sostenibilidad dependerá principalmente de los modos de las condiciones de producción y el uso de energía. Así que siempre deberá realizarse un ACV para poder analizar la sostenibilidad de un proceso/producto.

A este respecto, el semillero GESCA, viene trabajando en un nuevo marco de investigación que le permita a las empresas tomar decisiones informadas equilibrando factores económicos y de sostenibilidad al producir sus bienes y servicios. Para ello se exploraron las publicaciones científicas sobre ACV y Bioeconomía entre 2002 y 2022, con el objetivo de contribuir al desarrollo de un sistema de evaluación de la calidad ambiental de la implementación de la bioeconomía sostenible mediante el uso del análisis de ciclo de vida.

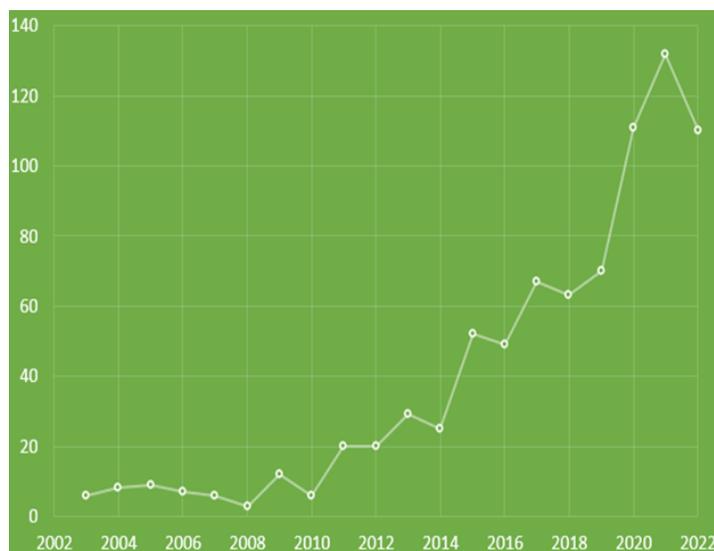
De allí que, en una primera fase en el GESCA realizamos un estudio bibliométrico para rastrear las palabras clave empleadas por los investigadores al relacionar estos dos conceptos: bioeconomía y ACV, en la base de datos Scopus cuyos resultados fueron analizados con la ayuda del programa VosWiewer®. Los parámetros de la búsqueda de publicaciones fue: TITLE-ABS-KEY ("Life Cycle Assessment" OR "LCA" OR "life cycle analysis" OR "Life Cycle Sustainability Assessment") AND (bioeconomy OR bio-economy OR biobased OR bio-based) AND (environmental OR "environmental impact")) AND PUBYEAR > 2001

Este estudio bibliométrico exploró las publicaciones científicas sobre ACV y Bioeconomía desde 2002 hasta 2022, con el objetivo de contribuir al desarrollo de un sistema de evaluación de la calidad ambiental de la implementación de la bioeconomía sostenible mediante el uso del análisis de ciclo de vida.

Además, también abarcó la evolución de las publicaciones, las áreas de investigación, los artículos más citados, las redes colaborativas internacionales, los principales países y las revistas. Como se observa en la Figura 4a, los resultados demuestran que de los 801 documentos publicados sobre la relación entre la bioeconomía y el análisis de ciclo de vida en los últimos 20 años, 535 corresponden a artículos, 96 a presentaciones en conferencias, 91 a reseñas, 66 a capítulos de libros, entre otros). Por su parte, la Figura 4b, ilustra que el número de



a) Tipo de publicación



b) Año y número de publicaciones

Figura 4. Tipos y año de las publicaciones encontradas



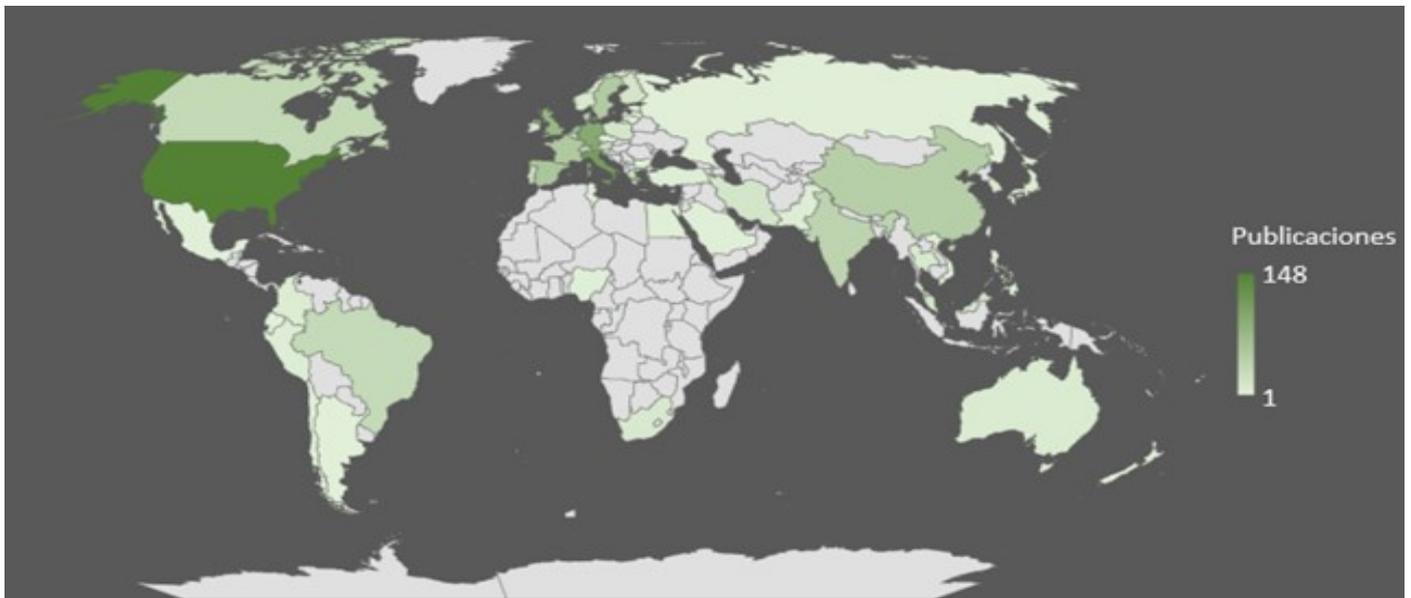


Figura 6. Rastreo de publicaciones por países

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid por la financiación del proyecto de investigación titulado “Valorización del jugo de la hoja de piña bajo el concepto de biorrefinerías obteniendo los productos de alto valor agregado: etanol, ácido cítrico y goma de xantano” con centro de costo 2021/00120/001 aprobado en la Convocatorias de Proyectos de Investigación Formativa Años 2021.

## REFERENCIAS

Bioeconomy Summit (2015) Communiqué’ of the global bioeconomy summit 2015: making bioeconomy work for sustainable development, Berlin.

Castrillón, M. (2018). Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia. Corporación Biointropic. Medellín Colombia. Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/CrecimientoVerde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/Informe, 202>.

Finkbeiner, M. (2013). From the 40s to the 70s—the future of LCA in the ISO 14000 family. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(1), 1-4.