

04

UV Universidad
Verdad 85

APLICACIÓN DE LA BIOECONOMÍA EN ALGUNOS PAÍSES DE LATINOAMÉRICA: REVISIÓN DE LA LITERATURA

Application of the bioeconomy in selected Latin American countries: Literature review

 **Emily Cristina Barros Serpa**, Universidad del Azuay (Ecuador)

(emib@es.uazuay.edu.ec) (<https://orcid.org/0009-0000-1212-5351>)

 **Estefanía del Rocío Cevallos Rodríguez**, Universidad del Azuay (Ecuador)

(ecevallosr@uazuay.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0001-8238-2337>)

 **Luis Bernardo Tonon Ordóñez**, Universidad del Azuay (Ecuador)

(ltonon@uazuay.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0003-2360-9911>)

Resumen

Debido a las preocupaciones por los impactos que genera el modelo clásico económico, al ambiente, la relevancia social, ambiental y económica de la bioeconomía, fue considerada en esta revisión bibliográfica. Se determinaron las iniciativas o estrategias tanto públicas como privadas que han implementado 5 países de América Latina. La búsqueda bibliográfica se realizó en bases de datos como: Scielo, Redalyc, Dialnet, Scopus y Web of Science. Para este trabajo se han utilizado 88 referencias. Los resultados obtenidos evidenciaron que, en general, los países en estudio, recurren como parte de la bioeconomía a la estrategia de obtención de combustibles en base a la biomasa, dejando de lado la dependencia de la explotación del petróleo y otros recursos de origen fósil, siendo esta una alternativa para tener una economía sostenible.

Abstract

Due to concerns about the impacts generated by the classic economic model on the environment, the social, environmental, and economic relevance of the bioeconomy was considered in this bibliographic review. The public and private initiatives or strategies that have been implemented by five Latin American countries were determined. Latin America. The bibliographic search was carried out Scielo, Redalyc, Dialnet, Scopus, and Web of Science databases. For this work, 88 references have been used. The results obtained showed that, in general, the countries under study resort, as part of the bioeconomy, to the strategy of obtaining fuels based on biomass, leaving aside the dependence on the exploitation of oil and other resources of fossil origin, this being an alternative to have a sustainable economy.

Palabras clave

Biomasa, biotecnología, crecimiento económico, desarrollo sostenible, estrategia de desarrollo.

Keywords

Biomass, biotechnology, economic growth, sustainable development, development strategies.

1.

Introducción

Desde la década de los 70's ha surgido la preocupación por el ambiente, debido al exceso de consumo y dependencia de derivados del petróleo dentro del sistema económico, así como al desequilibrio ecológico del planeta, por las altas concentraciones de gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global, la contaminación del agua, extinción de especies animales y vegetales, exceso de desechos, monocultivos, uso de fertilizantes, deforestación, quema de bosques, etc. (Jiménez y Philp, 2015; Lewandowski, 2015).

Adicionalmente, se puede mencionar que la población mundial ha crecido exponencialmente y la extracción de materia prima ha aumentado hasta triplicarse, lo que implica una elevada generación de impactos climáticos y una pérdida de casi el 90% de la biodiversidad de flora y fauna (Nieves y Morales, 2022). Dentro de este contexto, con la actual forma de desarrollo económico, se evidencia graves consecuencias y riesgos al sobreexplotar los recursos naturales.

Dado los grandes problemas ambientales mundiales generados a causa de la actividad humana, para alcanzar el desarrollo económico, nacieron algunos conceptos que consideran el uso racional de los recursos naturales y el futuro, entre ellos, se puede mencionar al desarrollo sostenible, que hace referencia a satisfacer las necesidades de las presentes generaciones, siempre y cuando no se comprometan las posibilidades de las futuras generaciones, con el objetivo de que se puedan atender sus necesidades propias (Prieto et al., 2017). Frente a la posibilidad de cumplir con los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) y encaminarse en los lineamientos de la Agenda 2030, se requiere considerar un futuro con sostenibilidad a largo plazo, que integre aspectos económicos, sociales y ambientales, iniciando una nueva forma de sistema económico.

Para Pallagst et al. (2019), el problema dentro de las diferentes economías en América Latina, es que se suele pensar que los recursos son infinitos, la mayoría de empresas, entidades y sectores económicos buscan tener rentabilidad sin importar las alteraciones que generen sobre el entorno. Como lo manifiestan (Mohammadian, 2005; Nieves y Morales, 2022) en el modelo económico clásico, la producción y los recursos de origen natural y energético son considerados infinitos, por lo cual este modelo capitalista se ha encargado de extraer al máximo los recursos naturales, generando irrupciones biológicas, sin importar las consecuencias que esta explotación tiene en el entorno.

Caro-Ramírez (2016) observó la necesidad de incorporar un nuevo planteamiento de la economía con una visión de futuro, reconciliando a la economía y ecología, tomando en cuenta la productividad, ganancias y el uso eficiente de todos los recursos naturales, en esta misma línea, Gowdy (2015) expuso que los recursos deben asignarse de mejor manera, los ingresos deben tener una mejor distribución, y la economía se debería mantener en equilibrio con el entorno.

Para llegar a este equilibrio entre la economía y el uso de recursos del entorno, se requiere implementar herramientas de economía sostenible. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por Organización de las Naciones Unidas, 2020, han reflejado los desafíos de la sostenibilidad, y enfatizado la urgencia de contar con esfuerzos concertados de múltiples

actores sociales, entre ellos el sector económico, para transitar hacia una economía resiliente y sostenible en el tiempo (López y Schanz, 2019).

Varios autores como Devaney et al. (2017); Bracco et al. (2018) y Yessenbekova y Turezhanov, (2021) plantearon como una de las herramientas sostenibles a la bioeconomía, vista como una estrategia de desarrollo e innovación productiva, que además de generar un nuevo modelo económico consciente, genere un desarrollo sostenible de respeto al ambiente, con el objetivo de conseguir una mejor calidad de vida de las sociedades, la bioeconomía ofrece un marco conceptual para aprovechar y gestionar el capital natural renovable en el uso de la tierra, los alimentos, la atención sanitaria y los sistemas industriales, para lograr un bienestar sostenible en armonía con la naturaleza

Igualmente, desde el enfoque de la Agenda de Desarrollo 2030, la bioeconomía se destaca por priorizar el desarrollo sostenible basado en la oferta y demanda de los bienes o servicios de origen ecosistémicos (Henao et al., 2021). Para la Organización de las Naciones Unidas, 2020 este tipo de procesos pueden ser integrados por pequeñas y medianas empresas, para generar oportunidades de desarrollo empresarial sostenible y empleo, aportando así al ODS 8, que hace referencia al trabajo decente y crecimiento económico, además, debido a que la bioeconomía se basa en innovación para generar nuevos productos que utilicen los residuos aporta al ODS 9, adicionalmente está asociada al objetivo 12, pues al implementar estrategias bioeconómicas se propende a un mayor consumo sostenible.

La bioeconomía aprovecha el potencial de los recursos biológicos provenientes de la tierra y el mar para el desarrollo y comercialización de bienes y servicios, a través de procesos innovadores, entre otros, como la biotecnología planteada como una nueva tecnología basada en ciencias de la vida, que promueve el uso y la transformación de biomasa para crear posibles soluciones y obtener una gama de productos con mayor valor agregado (McCormick y Kautto, 2013; Bennadji y Pittaluga, 2019; Backhouse et al., 2022; y Trigo et al., 2023).

Con los altos precios del petróleo, la crisis de combustible y los daños que causan al ambiente, los biocombustibles obtenidos a partir de materia

biológica como la biomasa o su transformación, pueden llegar a sustituir a los combustibles de origen fósil y constituir una alternativa renovable y sostenible en el futuro (Alejos y Calvo, 2015; Orejuela-Escobar et al., 2021). Asimismo, a partir de ciertos insumos biológicos se puede obtener bioproductos optimizando la biomasa de desecho o cultivada (Rodríguez et al., 2017). Es importante hacer referencia a la generación de los bioplásticos utilizando las semillas o de fibras de plantas (Dahiya, 2017).

Entre ciertos estudios de aplicaciones sobre bioeconomía se pueden nombrar los siguientes:

Gallego et al. (2016) con el objetivo de proteger, priorizar las necesidades, y fortalecer los procesos éticos organizativos en diferentes comunidades estudiaron la forma en que se puede implementar la bioeconomía, con un enfoque en agricultura sostenible, respetando los derechos de las personas y fomentando un cuidado responsable del ambiente. Para Rey (2018) en Europa, Latinoamérica y Estados Unidos existen diversas posturas con alcances a nivel global sobre el desarrollo sostenible, y plantea que la bioeconomía, a través de la administración eficiente de los recursos biológicos, permite preservar el ambiente, gracias al uso respetuoso de los recursos naturales. Igualmente, Hodson (2018), en su artículo teórico desarrollado en Colombia, mencionó que es fundamental incorporar procesos tecnológicos de producción de biomasa renovable, para contar con alternativas de bienes y servicios que impulsen la sostenibilidad de los recursos. Finalmente, Riera (2021), en su artículo teórico mencionó que la bioeconomía en el Ecuador, es un modelo emergente, con una economía primaria, pero con un alto potencial biodiverso, teniendo una gran ventaja al momento de adaptar políticas de bioeconomía.

El objetivo de este estudio es identificar, a través de una revisión de la literatura, la aplicación de la bioeconomía en algunos países como Argentina, Colombia, Brasil, México y Ecuador, con la finalidad de contribuir a que se concientice y se considere la necesidad de realizar cambios sostenibles en la forma en que se está llevando a cabo el desarrollo económico actual, de tal manera que se consiga respetar al ambiente y cuidar el planeta que se dejará a las futuras generaciones.

2.

Marco teórico

El término bioeconomía aparece por primera vez a principios del siglo XXI, entre sus pioneros se encuentran Kenneth Boulding y Nicholas Georgescu-Roegen, estos autores mencionaron inconformidad al no incluir leyes termodinámicas y biológicas en la economía (Bugge et al., 2016). Nicholas Georgescu-Roegen es considerado uno de los padres de la bioeconomía, debido a su aporte conocido como ley de entropía y proceso económico, dicha ley ha tomado fuerza ante el gran aumento de la población, escasez de agua, cambio climático, el agotamiento del petróleo, entre otros (Mansilla, 2008). Partiendo de estos problemas, Ghiselin (2002) ha identificado un complejo conjunto de interacciones entre el ambiente y las actividades empresariales, como resultado del desarrollo del sistema de economía clásica o lineal.

A diferencia de la teoría clásica, que se centra en que los factores productivos son infinitos y que pueden ser constantemente usados, de acuerdo con la demanda, la bioeconomía es considerada un cambio de paradigma, debido a que tiene presente la importancia de considerar a los factores de producción finitos, y a partir de técnicas industriales busca reutilizar la masa viva, para conseguir un desarrollo económico más sostenible reconectando desarrollo humano con ambiente (Barbosa et al., 2017; Beltramello y Bootz, 2022). Autores como Gorokhova et al. (2020) y Chafra-Martínez y Lascano-Vaca (2021) plantean que el desarrollo de la bioeconomía prolonga la vida de los recursos naturales, reduce la carga ambiental y brinda la oportunidad de mejorar las condiciones de vida de la humanidad, y permite obtener un valor adicional de los productos, a partir del aprovechamiento de los residuos y de una nueva gama de materiales de base biológica renovable fácilmente reciclables, reutilizables o degradables por los ecosistemas.

Según Papadopoulou et al. (2022) el concepto de bioeconomía es relativamente emergente, por lo que las distintas perspectivas y estrategias de cada

país o región han intentado irse incorporando a este nuevo concepto. La Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo (2009) expone que, la bioeconomía hace referencia a operaciones de carácter económico dentro de una sociedad, dando valor a productos y procesos biológicos, con el fin de captar nuevos beneficios de bienestar para sus naciones y ciudades. Para Lombeyda (2020) la bioeconomía puede convertirse en una estrategia para reducir la huella de carbono y conseguir un modelo de producción sostenible, basado en el aprovechamiento de la biodiversidad.

Desde otro punto de vista Mohammadian (2005) considera a la bioeconomía como una economía que se basa en la confianza, cooperación, justicia, compasión y fraternidad, que logra un crecimiento económico y genera riqueza sin generar externalidades negativas. Para Asveld et al. (2010) y Whelan et al. (2020) la bioeconomía tiene el objetivo de innovar para lograr un óptimo aprovechamiento, encaminado a la utilización de recursos reciclables o renovables de base biológica. La bioeconomía es la forma de fomentar el fortalecimiento y la consolidación de la estructura actual, con el fin de llegar a una sustentabilidad ambiental y económica, a través del desarrollo científico y tecnológico.

Dentro del contexto, la bioeconomía cuenta con ciertas herramientas como la biotecnología, que a partir de avances científicos y actividades tecnológicas gestionan los sistemas biológicos, como los de origen microbiano, para promover productos y servicios que puedan ser útiles a la sociedad (Aguilar et al., 2009). En este contexto, existen nuevas tecnologías y estrategias para alcanzar los objetivos económicos y ambientales de sostenibilidad de la biotecnología, por ejemplo, de microalgas (Ferreira et al., 2019). Igualmente, para las tecnologías usadas para dar valor a la biomasa son cruciales para el desarrollo sostenible (Clauser et al., 2022)

Otra herramienta es la bioenergía, que tiene el objetivo de obtener un compuesto energético a partir de la degradación de la materia y residuos orgánicos, mediante diferentes procesos de catabolismo microbiano y a través de estos procesos, se pueden producir productos químicos y materiales biodegradables (Blanch, 2010; D'Aquino et al., 2022 y Mathura et al., 2024).

Según Rodríguez et al. (2017) la bioeconomía, se plantea como una oportunidad para crear nuevas cadenas de valor, mediante el uso de desechos como la biomasa para obtener bioinsumos como: biofertilizantes, biopesticidas, bioacondicionadores, biomaticidas o biofungicidas,

se muestran en la figura 1 mediante el diagrama de flujo Prisma:

3.

Metodología

Para el desarrollo de esta revisión de la literatura se aplicó el método Prisma, según lo descrito por Page et al., (2021). La búsqueda de artículos se realizó en bases de datos académicas como: Google académico, Scielo, Redalyc, Dialnet, Scopus y Web of Science, la mayor cantidad de artículos fueron obtenidos en los buscadores de Google Académico y Scopus, del primer buscador Google académico se pudo redireccionar a otras revistas que fueron de utilidad, tanto en español como en inglés; algunos fueron descartados por estar en otros idiomas diferentes. En cuanto a limitaciones, algunos artículos fueron restringidos en la búsqueda o no permitían el acceso, considerándolos como cribados al requerir un pago. En algunos otros casos los códigos DOI no eran válidos. Para la búsqueda las palabras clave utilizadas fueron: "bioeconomía", "desarrollo sostenible", "modelo económico clásico", "biotecnología", "biocombustibles" las mismas que fueron utilizadas tanto en castellano como en inglés.

En un primer momento se identificaron 246 documentos, que luego fueron filtrados tomando en cuenta el número de citas y en una tercera etapa se procedió a realizar una lectura de títulos y resúmenes, después la búsqueda se fue reduciendo mediante una lectura rápida de los artículos, lo que permitió identificar 50 documentos relevantes para el cumplimiento del objetivo de investigación, que sumados a los 38 que se incluyeron antes del estudio, dio un total de 88 artículos. Los resultados

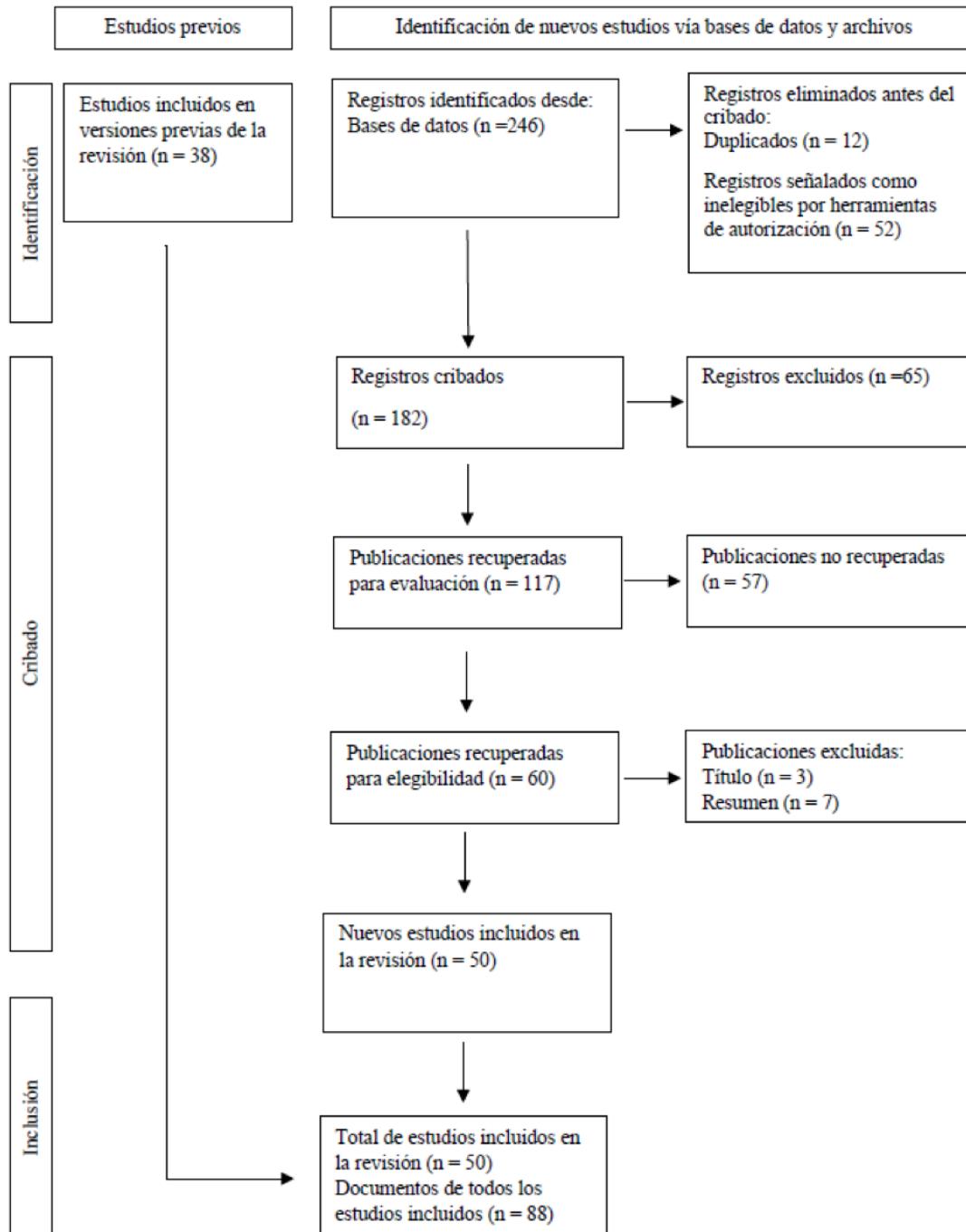


Figura 1. Diagrama de flujo Prisma de la revisión de la literatura

Fuente: Basado en Page et al., (2021)

4.

Resultados

A continuación, se presentan las diferentes iniciativas, acciones y estrategias en bioeconomía, que han tomado los países en estudio. En este aspecto se observan tres diferentes situaciones relacionadas con el desarrollo de la bioeconomía. En primer lugar, se tienen los países con gran cantidad de recursos para obtener biomasa y una desarrollada base industrial y tecnológica; en segundo lugar, se encuentran los que tienen dicha base, pero no pueden producir su propia biomasa; y en tercer lugar los países que producen biomasa y sistemas desarrollados, pero son deficientes en cuanto a capacidades industriales se refiere. Un ejemplo del primer caso es Estados Unidos, Rusia y Canadá; del segundo los países europeos, y del tercero la mayoría de países latinoamericanos como Argentina, Colombia, Brasil, México y Ecuador (Rodríguez et al., 2017).

A continuación, se realiza un análisis por país:

Argentina:

En el año 2016 el Ministerio de Agroindustria de este país determinó que los biocombustibles extraídos a partir de oleaginosas y de los cereales representaron el 79% de la bioindustria Argentina, de ahí, que este ente público creó la Dirección Nacional de Bioeconomía en 2020 y priorizó el sector bioenergético para obtener biocombustibles líquidos, biogás a partir de biomasa seca, además se destacó el aporte de la biotecnología enfocada en obtener bioinsumos y bioproductos (Buryaile et al., 2016; Sarmiento, 2022). Otra estrategia importante es la relacionada con la bioenergía a base de biodiésel en base a soja (Rodríguez et al., 2017). Igualmente, en este país se han desarrollado proyectos de biorefinerías para la producción de biocombustibles y productos químicos a partir de biomasa (Sasson y Malpica, 2018). Existen varias actividades en las cuales se transforman los residuos de procesos industriales en diferentes subproductos que tienen un valor económico, como el de cáscara de maní o el bagazo de azúcar de caña, para obtener energía

eléctrica o diferentes efluentes grasos, u otros como la faena aviar para obtener biogás (Lachman et al., 2020).

El país ha incursionado e implementado diferentes iniciativas bioeconómicas con el fin de obtener una economía sostenible, especialmente enfocada en bioquímica, bioplásticos, biofarmacéutica y biocosméticos (Lachman et al., 2020). En Buenos Aires, una empresa innovadora ha incursionado en la bioeconomía con la cría de insectos, a partir de residuos orgánicos, obteniendo proteínas para la alimentación animal y abono (Bruno et al., 2023).

Colombia:

Matallana et al. (2019) reconocieron la importancia de recurrir a la biotecnología para hacer uso de la biodiversidad y dar valor agregado a productos y servicios que proceden de los recursos biológicos, en Colombia, biotecnología (bioinsumos, biorremediación, y Organismos Genéticamente Modificados), y biodiversidad aplicada, especialmente, al ámbito de la salud (Guy et al., 2017).

Un enfoque de bioeconomía para gestionar mejor los residuos de agricultura, es la biotecnología. En Colombia se ha explorado el potencial de las cadenas de valor de base biológica en el manejo de la cáscara de vaina de cacao, siendo una opción para gestionar esa valiosa biomasa para el desarrollo de bioproductos (Meza-Sepúlveda et al., 2021).

Como lo explica Dhir (2017), son conocidos los efectos adversos del uso excesivo de productos químicos en la agricultura, así como de la toxicidad ambiental y la larga acción residual de estos elementos, por lo que en Colombia se ha impulsado la búsqueda de agentes biológicos ecológicos no tóxicos, el uso biofertilizantes y bioplaguicidas para mejorar los cultivos de arroz y algodón, que juegan un papel importante en el logro de una agricultura sostenible, a partir de esta práctica de bioeconomía. En esta misma línea para Sasson y Malpica (2018) otro ejemplo de aplicación de la bioeconomía en este país se centra en la utilización de la biotecnología para mejorar las prácticas agrícolas y mejorar la productividad de los cultivos, como iniciativa del Programa Colombiano de Biotecnología Agrícola.

Zúñiga et al. (2018) y Banerjee et al. (2018) mencionaron que Colombia es uno de los países latinoamericanos que, aunque no ha definido aún sus políticas y estrategias específicas en este ámbito, cuenta con iniciativas de bioeconomía, principalmente relacionadas con la bioenergía como parte de su desarrollo, y que además posee una gran fortaleza al contar con altos índices de biodiversidad, pudiendo aumentar los valores estratégicos gracias a sus recursos biológicos.

Colombia ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) y el Acuerdo de París y tiene iniciativas en ese ámbito en el que destacan el biocomercio y comercio verde (Rodríguez et al., 2017). Asimismo, Aquilania et al. (2017) analizaron como gran iniciativa la biotecnología y eco intensificación, mencionando que esta se puede ampliar a diferentes mercados internacionales, a través de bioinsumos, gracias a la gran biodiversidad a nivel microbiana que tiene el país.

Esta valoración de la biodiversidad colombiana, ha permitido potencializar el mercado a raíz de la realización de estudios sectoriales para los extractos biológicos, y poder exportarlos a diferentes lugares; se están evaluando el impacto económico y comercial de biorrefinerías (Alviar et al., 2021). Por otro lado, para los productos y procesos biotecnológicos se ha requerido desarrollar un análisis de factibilidad técnica y económica permitiendo determinar el fin de su consumo o la necesidad de reemplazo (Guy et al., 2017).

Brasil:

Se comienzan a evidenciar iniciativas bioeconómicas que recalcan que, gracias a la tecnología de segunda o tercera generación, se puede tener una mayor sostenibilidad y eficiencia en cuanto al aprovechamiento de biomasa (Valli et al., 2018). Hay prometedores avances en centros de desarrollo agrícola e investigación, con el objetivo de que se elaboren múltiples bioproductos con un valor agregado en la agricultura y agroindustria, entre los que se puede mencionar el desarrollo de diversas clases de fréjol, que es modificado genéticamente para resistir el virus del mosaico dorado (Rodríguez et al., 2017). En cuanto a industria alimentaria las iniciativas de bioeconomía se enfocan en la

obtención de fibras y alimentos biofortificados. Adicionalmente, se puede mencionar que se enfocan en otras líneas como la bioquímica, bioplásticos, bioenergía, biofarmacéutica y biocosméticos (De la Cruz y Caballero, 2021).

En Brasil el uso de nuevas tecnologías en el campo de la investigación de productos naturales, como la metabolómica y la biotecnología, ha contribuido a un enfoque más sostenible (Valli et al., 2018). Igualmente, se ha tomado en cuenta los factores químicos y biológicos de la diversidad presente en este país, como una oportunidad de innovación biológica como parte de la biotecnología (Valli y Bolzani, 2019).

Igualmente, Brasil es un líder mundial en producción de caña de azúcar, por lo que gran parte de los desechos y el bagazo de esta industria son utilizados como fuente de bioenergía para obtener bioetanol (Kula y Sharma, 2017; Scheiterle et al., 2018), como lo expuso La Picirelli et al. (2021) la biomasa obtenida del bagazo de caña ha constituido uno de los principales biocombustibles usados para más de 405 termoeléctricas. Dentro de este contexto, en este país se ha invertido en tecnologías de obtención de etanol de segunda generación, esta potencialización de la producción lo convirtió en el primer país latinoamericano en alcanzar un uso sostenible de los biocombustibles y el segundo productor más grande del mundo (Gálvez y Hernández, 2017). Por lo tanto, Brasil ha incursionado en la seguridad energética mediante el uso de recursos renovables (Scheiterle et al., 2018).

México:

En este país el nivel tecnológico y científico es bueno. Es necesario recalcar que los diversos climas y su territorio favorecen a un gran aumento de su mega diversidad, convirtiéndolo en un proveedor potencial de productos agrícolas (Sosa-Cabrera, 2022), hay también, un gran desarrollo biotecnológico, que ofrece un valor agregado extra. Además, se fomenta el desarrollo e innovación de materias primas biológicas en los sectores agrícolas, con el objetivo de que se evite la degradación de sus suelos y se promueva la biodiversidad, mediante la optimización de nutrientes y energía (Perler y Schurr, 2020).

También se evidencian empresas que crean nuevos productos, a partir de la extracción de fibras, antioxidantes o proteínas. Igualmente, en la creación de nuevos productos dedicados a la fabricación de diferentes aditivos antibacterianos de origen natural, a base de los desechos del aguacate (Rodríguez et al., 2017). Otra iniciativa en el campo de estudio, es el uso de biofertilizantes, con el objetivo de mejorar el cultivo de la semilla de maíz (Dhir, 2017).

En México, a partir de la instalación de biorrefinerías se ha llegado a convertir la biomasa en diversos productos de base biológica, como biocombustibles, bioquímicos y biomateriales (Sasson y Malpica, 2018). Además, los desechos de muebles, forestales o insumos provenientes de las podas urbanas sirven para convertirlos en combustibles sólidos y luego en carbón vegetal (Gunarathne et al., 2017; Nursani et al., 2020), o la obtención de biogás en base al aprovechamiento de los rellenos sanitarios, con el objetivo de tener energía (Paolini et al., 2018).

Ecuador:

Se han dado diferentes tipos de iniciativas como en agricultura y agroindustria, en la cual el gobierno busca conservación, producción sostenible y recalca la incorporación de nuevas tecnologías, con el objetivo de planificar esa producción y obtener ingresos (Heredia et al., 2021) y de este modo, asegurar un desarrollo sostenible, especialmente en la zona amazónica, con el Programa Integral Amazónico de Conservación de Bosques y Producción Sostenible PROAmazonía, que busca reducir las emisiones producidas por la degradación y deforestación de diferentes bosques y así mitigar el cambio climático integrando iniciativas de bioeconomía basadas en la agrobiodiversidad y bioproducción (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019).

En el Ecuador se recalcan alianzas con entidades privadas para la producción de bioenergía, a partir de la producción obtenida de caña de azúcar, así como de palma aceitera. Esto ha sido posible con el apoyo de la Cámara Ecuatoriana de la Industria, la Innovación y Tecnología Agrícola, por otro lado, como estrategia de bioeconomía se ha considerado una herramienta específica como lo constituyen los pagos por servicios ambientales (Rodríguez et al., 2017). Otra iniciativa en la Amazonía ecuatoriana está relacionada con la conversión de residuos en

biocarbón, un biocombustible que puede contribuir a sustituir los combustibles fósiles (Salgado et al., 2021).

Igualmente, en el país se cuenta con un alto potencial para desarrollar un modelo bioeconómico e implementar iniciativas, aunque hace falta regulaciones que incentiven y promuevan al sector productivo en busca de una instalación de diferentes bioindustrias, igualmente se refleja la necesidad del apoyo y fomento del desarrollo de cadenas de valor (Ortega-Pacheco et al., 2018; Riera, 2021). Del mismo modo se evidencia la incorporación de programas nacionales relacionados con los de biocombustibles como etanol (Ardisana y Gaínza, 2022). Dentro de este contexto, el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, impulsa bioemprendimientos relacionados con el aprovechamiento y uso sostenible de la biodiversidad, que genere un crecimiento basado en la conservación, conocimiento y uso de recursos sostenibles (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2020).

A continuación, se puede observar la sistematización de la aplicación de la bioeconomía por países:

Tabla 1.

Sistematización de la aplicación de la bioeconomía por países

| Aplicación bioeconomía | Países | | | | |
|---------------------------|-----------|----------|--------|--------|---------|
| | Argentina | Colombia | Brasil | México | Ecuador |
| Biogás | X | | | X | |
| Bioinsumos | X | X | | | |
| Bioproductos | X | | X | | |
| Bioenergías | X | X | | | X |
| Bioplásticos | X | | X | X | |
| Biofarmacéutica | X | | X | | |
| Biodiésel | X | X | | | |
| Biocosméticos | | | X | | |
| Bioetanol | | X | X | | X |
| Biorremediación | X | | | | |
| Biotecnología | X | X | X | X | |
| Biofertilizantes | | X | | X | |
| Bioplaguicidas | | X | | | |
| Biocomercio | X | | | | |

5.

Discusión

Se realiza un análisis de las iniciativas, acciones y estrategias bioeconómicas de ciertos países latinoamericanos, para la diversificación productiva. Se considera a Colombia, México, Brasil, Argentina y Ecuador. De acuerdo con la revisión bibliográfica estos países fueron seleccionados debido a que en Argentina y Brasil se evidencian mayores estrategias, Colombia es el país que tiene mayor número de publicaciones sobre el tema, México cuenta con iniciativas tecnológicas en el campo de bioplásticos y biofertilizantes. Recalamos también que estos países son productores de biomasa y diferentes sistemas desarrollados, aunque poseen deficiencias en las bases y capacidades industriales y tecnológicas, lo que implica que necesariamente se tenga conocimiento y tecnología de otros lugares.

En México para Yáñez-Vergara et al. (2022), para lograr la independencia energética, es necesario avanzar en la generación de políticas energéticas y de desarrollo sostenible, a través de la producción de biocombustibles, bioenergías y bioproductos de valor agregado. Pocos gobiernos consideran importante diseñar e implementar políticas que fomenten una gestión sostenible de los procesos de producción (Chafra-Martínez y Lascano-Vaca, 2021). Esto lo confirmó Tittor (2021) exponiendo que la bioeconomía ha recibido una escasa atención en las políticas públicas latinoamericanas, a diferencia de algunos países europeos que ya han comenzado a tomar iniciativas en bioenergía, biotecnología, generando nuevos servicios.

La bioeconomía sigue siendo un campo en disputa, especialmente en el debate político, todavía no hay consenso sobre cómo se debe diseñar y anclar una bioeconomía en la sociedad, en donde existe diversidad de enfoques bioeconómicos que aún no han sido documentados y analizados, sin embargo para Dürr y Sili (2022) se cuenta con varias iniciativas bioeconómicas con dos elementos comunes: un interés por el uso sostenible de los recursos y la posibilidad de la construcción de redes en la que participen diferentes actores de territorios rurales. Esta integración podría llevar hacia un nuevo modelo de desarrollo en Argentina. Desde el aspecto económico argentino, se plantea a la bioeconomía como una herramienta para mejorar las cadenas de valor, especialmente en la agroindustria (Tittor, 2021), sin embargo, para Siegel et al. (2022), a nivel regional, estas iniciativas han recibido poca financiación estatal, lo que se convierte en un desafío.

Con el actual escenario económico y político brasileño, el desarrollo de la bioeconomía pretende promover una transición sostenible, aunque existen varias implicaciones, especialmente para los grupos marginados, que se encuentran en los territorios donde es posible desarrollar las iniciativas bioeconómicas. Se evidencia que este modelo económico, abre nuevas oportunidades para llegar a esa transición, especialmente, a la producción de biomasa (Siegel et al., 2022). Para (Lindberg et al. (2023) los potenciales económicos cada vez más reconocidos de la Amazonia brasileña se deben a su gran biodiversidad, especialmente al obtener biomedicinas.

Según López y Schanz (2019) en Colombia, se presenta un contexto nacional prometedor para formular su estrategia nacional enfocada en la bioeconomía, y plantea la importancia de la participación de varios actores en el proceso hacia esta transición. Dentro de las dimensiones de la sostenibilidad, Alviar et al. (2021) destacaron el papel que juega la investigación científica como parte de las estrategias de la bioeconomía en Colombia. Por otro lado, dado el potencial megadiverso de este país, existen expectativas en relación con el desarrollo bioeconómico (Balanzó et al., 2021).

En el Ecuador, la bioeconomía debe buscar el desarrollo basado en la innovación, en el aprovechamiento de la biodiversidad como una estrategia para llegar a un modelo económico sostenible. Mencionamos que este modelo tiene un alto potencial, pero falta incentivos referentes al sector productivo, para transitar e instalar bioindustrias (Lombeyda, 2020; Orejuela-Escobar et al., 2021). Igualmente, el implementar estrategias bioeconómicas en el Ecuador, permitiría un mayor número de fuentes de empleo, un mayor desarrollo de las áreas rurales, una mejor seguridad a nivel alimentario, y, por último, esta podría ser una puerta para la reactivación socio-económica, después de la pandemia (Ortega et al., 2018).

Una de las estrategias con mayor énfasis que mencionan los artículos estudiados, es el uso de biotecnologías y la elaboración de etanol o biodiésel, este difiere en métodos para su obtención, pero se puede decir que la mayoría de los países buscan el sustituir la dependencia que tienen de combustibles fósiles, con el objetivo de que se superen los retos, escalando al uso de buenas prácticas y lecciones de una economía más sostenible, que cree oportunidades emergentes con políticas y negocios que tomen en cuenta el ambiente (Aguilar, 2021). Igualmente, se ha mostrado que en los países analizados existen infraestructuras para tratar biomasa, así como instalaciones de compostajes (Bottausci et al., 2022).

Además, una gran parte de los artículos revisados, mencionan que la bioeconomía sería una buena opción para realizar actividades económicas, utilizando recursos que sean renovables, con base biológica, con el objetivo de que se produzcan recursos primarios y luego se conviertan en otros bienes de mayor valor agregado, abriéndose paso en el mercado, generando grandes y favorables

impactos ambientales y valorizando materiales o insumos que son desperdiciados, además estos países de la región, aprovechando el potencial que tienen, pueden generar ingresos bioeconómicos adicionales (García et al., 2016; Ordoñez y Lakner, 2023) Igualmente, se refleja la necesidad de implementar políticas referentes al desarrollo agrícola. Esto podría ser una alternativa ideal para que en los países se logren cambios para generar un enfoque sostenible y con innovación continua, en este campo un buen ejemplo de alto impacto socioeconómico podría ser la implementación de tecnologías en agricultura para obtener organismos genéticamente modificados (Sasson y Malpica, 2018; Mestre, 2018).

6.

Conclusiones

De acuerdo con el objetivo planteado en la presente revisión de la literatura, se consiguió identificar la aplicación de la bioeconomía en cinco países de Latinoamérica, se logró extraer de las diferentes bases de datos varios artículos relacionados con el tema, de los cuales se filtraron las estrategias e iniciativas bioeconómicas, tanto públicas como privadas que se han implementado en los países, se determinó las diferentes acciones en bioeconomía que han tomado los países mencionados, entre las cuales se menciona a la biotecnología, bioenergía, bioecología, biorrecursos.

Los países en estudio tienen la ventaja de que cuentan con mayores recursos biológicos para utilizarlos, aunque estos necesitan mayor desarrollo e innovación, en cuanto a tecnología y ciencia se refiere; adicionalmente se puede decir que el país con mayores estrategias bioeconómicas es Argentina y el que tiene un mayor número de publicaciones relacionadas al tema es Colombia.

Luego de realizar la revisión bibliográfica se pudo evidenciar que la mayoría de países analizados, recurren como parte de la bioeconomía a la estrategia de obtención de combustible en base a biomasa, dejando de lado la dependencia de la explotación del petróleo y otros recursos de origen fósil, siendo esta una alternativa para tener una economía sostenible, que utiliza materias primas renovables y se encarga de concientizar sobre las limitantes de los recursos ambientales. En el Ecuador, a partir de esta búsqueda de información, se constató los pocos estudios que existen en relación con este tema, y estos trabajos reflejan que existe una falta de recursos para la investigación, lo que limita la capacidad para innovar; sin embargo, al ser un país megadiverso cuenta con una gran posibilidad de incursionar y fomentar en este tipo de economía, generando la oportunidad de entrar en un mercado globalizado, que utiliza diferentes materias que son de origen biológico.

Claramente, al analizar las acciones de bioeconomía se demuestra que cada país adopta perspectivas distintas de acuerdo con sus realidades emergentes, y que la transición a este tipo de modelos económicos necesita de la participación de productores, organizaciones, empresas privadas o públicas, así como de institucionalidad pública, de forma que se planteen soluciones sostenibles para contribuir al esfuerzo general de respeto a la tierra.

Después de realizar el estudio y análisis, se determinó que la aplicación del clásico modelo económico lineal de producción, no es sostenible, por sus consecuencias ambientales, dejando de lado el equilibrio ecológico causando crisis y disminuyendo recursos a las futuras generaciones, de allí la importancia de que se reconozca la posibilidad de que los procesos y actividades económicas, consideren a la bioeconomía como una alternativa sostenible a largo plazo.

Se sugiere se desarrollen investigaciones futuras en otros países emergentes latinoamericanos, se refleja la necesidad de encaminar mayor investigación del potencial de la biodiversidad, del posible desarrollo de iniciativas de bioeconomías en áreas rurales agroecológicas, y de capacitación para facilitar la adopción de estas prácticas, y obtener productos con valor agregado, para impulsar la innovación en este nuevo paradigma.

Referencias

- Aguilar, A. (2021). Bioeconomía, estrategias e impacto. *Circular and Sustainable Bioeconomy*, (1), pp. 11-29. DOI: <https://doi.org/10.21071/c3b.vi1.13147>
- Aguilar, A., Bochereau, L. & Matthiessen, L. (2009). Biotechnology as the engine for the Knowledge-Based Bio-Economy. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, 26 (1), pp. 371-388. DOI: [10.5661/bger-26-371](https://doi.org/10.5661/bger-26-371)
- Alejos, C., & Calvo, E. (2015). Biocombustibles de primera generación. *Revista Peruana de Química E Ingeniería Química*, 18 (2), pp. 19-30. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/11784>
- Alviar, M., García, A., Ramírez, L. & Villegas, S. (2021). Measuring the Contribution of the Bioeconomy: The Case of Colombia and Antioquia. *Sustainability*, 13 (4), 2353. DOI: [10.3390/su13042353](https://doi.org/10.3390/su13042353)
- Aquilania, B., Silvestria, C., Loppolob, G. & Ruggieri, A. (2017). The challenging transition to bio-economies: Towards a new framework integrating corporate sustainability and value co-creation. *Journal of Cleaner Production*, 172, pp. 4001-4009. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.153>
- Ardisana, E. & Gaínza, B. (2022). Biodiversity, culture and bioeconomy in Latin America. *Chakiñan, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*. 18, pp. 203-212. DOI: <https://doi.org/10.37135/chk.002.18.14>
- Asveld, L., Est, R. & Stermerding, D. (2010). From biobased 0.0 to biobased 3.0: some propositions. The Netherlands: Rathenau Instituut. <https://pure.knaw.nl/ws/files/484687/BBErapportdef.pdf>
- Backhouse, M., Lüthmann, M., & Tittor, A. (2022). Global Inequalities in the Bioeconomy: Thinking Continuity and Change in View of the Global Soy Complex. *Sustainability*, 14(9). DOI: <https://doi.org/10.3390/su14095481>
- Balanzó, A., Centeno, J., Pinzón, C., & Rojas, H. (2021). Is bioeconomic potential shared? An assessment of policy expectations at the regional level in Colombia. *Innovation and Development*. DOI: <https://doi.org/10.1080/2157930X.2021.1956713>
- Banerjee, A., Schelly, C., & Halvorsen, K. (2018). Constructing a sustainable bioeconomy: Multi-scalar perceptions of sustainability. *World Sustainability Series*. 355-374) https://doi.org/10.1007/978-3-319-73028-8_19
- Barbosa, E., Gómez, D. & Leuro, J. (2017). Ecología y bioeconomía. El diálogo de saberes. *Clío América*, 11 (21). DOI: <https://doi.org/10.21676/23897848.2086>
- Beltramello, P., & Bootz, J. P. (2022). How should We Operationalize Bioeconomics for Strong Sustainability? Toward a Transdisciplinary and Systemic Approach in Line with a Georgescu-Roegen Epistemology. *Journal of Innovation Economics & Management*, N° 38 (2), pp. 63-91. DOI: <https://doi.org/10.3917/jie.038.0063>
- Bennadji, Z. & Pittaluga, L. (2019). Abordaje de la bioeconomía en Uruguay y sus relaciones con los productos de madera. CLEM 2019.
- Blanch, A. (2010). Biotecnología ambiental. Aplicaciones biotecnológicas en la mejora del medio ambiente. *Revista de economía catalana y del sector público*. pp. 183-198. https://economia.gencat.cat/web/.content/70_economia_catalana/arxiu/10501_ne-97-98_e_web.pdf#page=185
- Bottausci, S., Midence, R., Serrano-Bernardo, F., & Bonoli, A. (2022). Organic Waste Management and Circular Bioeconomy: A Literature Review Comparison between Latin America and the European Union. *Sustainability*, 14 (3). DOI: <https://doi.org/10.3390/su14031661>
- Bracco, S., Calicioglu, O., Juan, M., & Flammini, A. (2018). Assessing the contribution of bioeconomy to the total economy: A review of national frameworks. *Sustainability*, 10 (6). DOI: <https://doi.org/10.3390/su10061698>

- Bruno, M., Cendón, M., & Viteri, M. (2023). Territorial Add Value Strategies: Circular Bioeconomy Experiences from Balcarce (Argentina). *Revista Iberoamericana de Viticultura Agroindustria y Ruralidad*, 10 (28), pp. 58–76. DOI: <https://doi.org/10.35588/rivar.v10i28.5339>
- Buryaile, R., Trigo, E., Vera, E., Grassi, L., Losada, J., Dellisanti, J., Molinari, M., Murmis, R., Almada, M., & Molina, S. (2016). *Bioeconomía Argentina Visión desde Agroindustria*. Ministerio. *Agroindustria*. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bioeconomia/archivos/000000_Bioeconomia%20Argentina.pdf
- Bugge, M., Hansen, T. & Klitkou, A. (2016). What is the bioeconomy? A review of the literature. *Sustainability*, 8 (7), p. 691. DOI: [10.3390/su8070691](https://doi.org/10.3390/su8070691)
- Caro-Ramírez, E. (2016). Economía ecológica. Paradigmas de la economía. *Persona y bioética*, Vol. 20, N° 2, pp. 175–191. DOI: [10.5294/pebi.2016.20.2.5](https://doi.org/10.5294/pebi.2016.20.2.5)
- Chafra-Martínez, P., & Lascano-Vaca, M. (2021). Entendiendolaeconomíacirculardesdeunavisiónecuatoriana y latinoamericana. *CIENCIA UNEMI*, 14 (36), pp. 73–86. DOI: <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol14iss36.2021pp73-86p>
- Clauser, N., González, G., Mendieta, C., Kruyeniski, J., Area, M., & Vallejos, M. (2021). Biomass waste as sustainable raw material for energy and fuels. *Sustainability*, 13 (2), pp. 1–21. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13020794>
- Clauser, N., Felissia, F., Area, M., & Vallejos, M. (2022). Integrating the New Age of Bioeconomy and Industry 4.0 Into Biorefinery Process Design. *BioResources*, 3, pp. 5510–5531. DOI: <https://doi.org/10.15376/biores.17.3.Clauser>
- D'Aquino, C., Pereira, B., Sawatani, T., de Moura, S., Tagima, A., Ferrarese, J., Santos, S., & Sauer, I. (2022). Biogas Potential from Slums as a Sustainable and Resilient Route for Renewable Energy Diffusion in Urban Areas and Organic Waste Management in Vulnerable Communities in São Paulo. *Sustainability*, 14 (12). DOI: <https://doi.org/10.3390/su14127016>
- Dahiya, S., Kumar, A., Chatterjee, J., Sarkar, O. & Mohan, S. (2017). Food waste biorefinery: Sustainable strategy for circular bioeconomy. *Bioresource Technology*. 218. pp. 2–12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.07.176>
- De la Cruz, G & Caballero, F. (2021). Bioeconomía una alternativa para México. Análisis bibliométrico a la Web of Science. *Revista Dilemas Contemporáneos*. 9(1). pp. 1–25. DOI: <https://doi.org/10.46377/dilemas.v9i1.2878>
- Devaney, L., Henchion, M. & Regan, Á. (2017). Good Governance in the Bioeconomy. *EuroChoices*. 16: pp. 41–46. DOI: <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12141>
- Dhir, B. (2017). Biofertilizers and Biopesticides: Eco-friendly Biological Agents. *Advances in Environmental Biotechnology*, pp 167–188, DOI: [10.1007/978-981-10-4041-2_10](https://doi.org/10.1007/978-981-10-4041-2_10)
- Dürr, J., & Sili, M. (2022). New or Traditional Approaches in Argentina's Bioeconomy? Biomass and Biotechnology Use, Local Embeddedness, and Sustainability Outcomes of Bioeconomic Ventures. *Sustainability*, 14 (21). DOI: <https://doi.org/10.3390/su142114491>
- Ferreira, A., Ribeiro, B., Ferreira, A., Tavares, M., Vlado, J., Vidović, S., Cvetkovic, D., Melkonyan, L., Avetisova, G., Goginyan, V., & Gouveia, L. (2019). Scenedesmus obliquus microalga-based biorefinery – from brewery effluent to bioactive compounds, biofuels and biofertilizers – aiming at a circular bioeconomy. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 13 (5), pp. 1169–1186. DOI: <https://doi.org/10.1002/bbb.2032>
- Gallego, A., Ramírez, M., Arana, A., Giraldo, O., Cabrera, M., Nieto, L. & Giraldo, R. (2016). Bioeconomía y derechos humanos en América Latina. *Libre Empresa*, 13(2), pp. 131–141. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6483438>
- Gálvez, A. & Hernández, I. (2017). Bioeconomía en México. *Colección Prometeo: Tecnología y creatividad para la sostenibilidad*, pp. 133–146. <https://repository.javeriana.edu.co/>

- García, J., Matos, C., Aurambout, J., Manfredi, S. & Kavalov, B. (2016). Environmental sustainability assessment of bioeconomy value chains. *Biomass and Bioenergy*, 89, pp. 159–171. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.02.002>
- Ghiselin, M. (2002). Book review: Mansour Mohammadian. 2000. Bioeconomics: Biological Economics. *Journal of Bioeconomics*, 4 (3), pp. 283–284. DOI: [10.1023/a:1021745721292](https://doi.org/10.1023/a:1021745721292)
- Gorokhova, T., Mamatova, L., & Muterko, H. (2020). The development of Bioeconomics in Ukraine as an element of transformation government strategy of sustainable development. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 42 (3), pp. 279–288. DOI: <https://doi.org/10.15544/mts.2020.27>
- Gowdy, J. (2015). Bioeconomics to degrowth: Georgescu-Roegen's "New Economics" in eight essays. *Journal of Bioeconomics*, 18 (1), pp. 79–85. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10818-015-9208-1>
- Gunarathne, V., Ashiq, A., Ramanayaka, S., Wijekoon, P. & Vithanage, M (2019). Biochar from municipal solid waste for resource recovery and pollution remediation. *Environmental Chemistry Letters*. 17, pp. 1225–1235. DOI: [10.1007/s10311-019-00866-0](https://doi.org/10.1007/s10311-019-00866-0)
- Guy, H., Hodson, E., Aramendis, R., Trigo, E. & Rankin, S. (2017). La bioeconomía: motor de desarrollo integral para Colombia. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. p. 10. <https://hdl.handle.net/10568/90548>
- Henaó, L., Gutiérrez, M. & Gutiérrez, J. (2021) Bioeconomía: un camino hacia el desarrollo sostenible en Colombia. *Nuevos retos de los Negocios Internacionales*. RACNI, p. 220.
- Heredia, M., Säumel, I., Cianferoni, A. & Tarelho, L. (2021). Potential for Farmers' Cooperatives to Convert Coffee Husks into Biochar and Promote the Bioeconomy in the North Ecuadorian Amazon. *Applied Sciences*, 11 (11), p. 4747. DOI: [10.3390/app11114747](https://doi.org/10.3390/app11114747)
- Hodson, E. (2018). Bioeconomía: el futuro sostenible. *Revista Academia Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42 (164), pp. 188–201. DOI: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.650>
- Jiménez, G. & Philp, J. (2015). Omics and the bioeconomy, Applications of genomics hold great potential for a future bio-based economy and sustainable development. *EMBO reports*, 16, pp. 17–20, DOI: [10.15252/embr.201439409](https://doi.org/10.15252/embr.201439409)
- Kuila, A. & Sharma, V. (2017). *Sugarcane: A Potential Agricultural Crop for Bioeconomy through Biorefinery*. Lignocellulosic Biomass Production and Industrial Applications (eds. Knawang Chhunji Sherpa, Rajiv Chandra Rajak, Rintu Banerjee, and Rintu Banerjee). DOI: [10.1002/9781119323686.ch8](https://doi.org/10.1002/9781119323686.ch8)
- La Picirelli, L., Rajabi, S., Silva, E., Escobar, J., Comodi, G., Villarini, M., & Colantoni, A. (2021). Theoretical and technical assessment of agroforestry residue potential for electricity generation in Brazil towards 2050. *Energy Reports*, 7, pp. 2574–2587. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.04.026>
- Lachman, J., Bisang, R., Obschatko, E. & Trigo, E. (2020). Bioeconomía. Una estrategia de desarrollo para la Argentina del siglo XXI. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/12478>
- Lewandowski, I. (2015). Securing a sustainable biomass supply in a growing bioeconomy. *Global Food Security*, Volume 6, October 2015, pp. 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.10.001>
- Lindberg, K., Martvall, A., Bastos Lima, M., & Franca, C. (2023). Herbal medicine promotion for a restorative bioeconomy in tropical forests: A reality check on the Brazilian Amazon. *Forest Policy and Economics*, p.155. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2023.103058>
- Lombeyda, B. (2020). Bioeconomía: una alternativa para la conservación. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 27, pp. 13–30. DOI: <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.27.2020.3984>

- López, V., & Schanz, H. (2019). Agency in actor networks: Who is governing transitions towards a bioeconomy? The case of Colombia. *Journal of Cleaner Production*, 225, pp. 728–742. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.306>
- Mansilla, D. (2008). Georgescu-Roegen: la entropía y la economía. Actas de las XIII Jornadas de Epistemología de las Ciencias Económicas.
- Matallana, L., Benavides, M., Sánchez, A. & González, S. (2019). Oportunidades y desafíos del sector de productos naturales en Colombia. Una mirada desde la bioeconomía. *Documentos De Trabajo ECACEN*, (2). DOI: <https://doi.org/10.22490/ECACEN.3485>
- Mathura, S., Landázuri, A., Mathura, F., Andrade, A., & Orejuela-Escobar, L. (2024). Hemicelluloses from bioresidues and their applications in the food industry - towards an advanced bioeconomy and a sustainable global value chain of chemicals and materials. *Sustainable Food Technology*. 2, p. 1183. DOI: <https://doi.org/10.1039/d4fb00035h>
- McCormick, K. & Kautto, N. (2013). The bioeconomy in Europe: An overview. *Sustainability*, 5(6), pp. 2589–2608. DOI: [10.3390/su5062589](https://doi.org/10.3390/su5062589)
- Mestre, M. (2018). Bioeconomía: el diseño de un cambio de rumbo. *Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente*, (125), pp. 50–67. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6950392>
- Meza-Sepúlveda, D., Castro, A., Zamora, A., Arboleda, J., Gallego, A., & Camargo-Rodríguez, A. (2021). Bio-based value chains potential in the management of cacao pod waste in Colombia, a case study. *Agronomy*, 11 (4). DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11040693>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. (13 de 05 de 2019). Gobierno del encuentro. Obtenido de Ecuador avanza en la conservación y la producción sostenible, libre de deforestación: <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-avanza-en-la-conservacion-y-la-produccion-sostenible-libre-de-deforestacion/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador. (29 de 10 de 2020). Gobierno del Encuentro. Obtenido de Ecuador promueve la bioeconomía como una estrategia para el Desarrollo Sostenible: <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-promueve-la-bioeconomia-como-una-estrategia-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Mohammadian, M. (2005). La bioeconomía: un nuevo paradigma socioeconómico para el siglo XXI. Encuentros multidisciplinares. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/679997/EM_19_5.pdf?sequence=1
- Nieves, L. & Morales W. (2021). Una mirada a la brecha entre actitud y comportamiento del consumidor en la economía circular. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Colombia*. (23). pp. 372–394. <https://doi.org/10.22267/rtend.222301.194>
- Nursani, D., Siregar, S. & Surjosaty, A. (2020). Effect of Binder Adding to the Physical Properties of Municipal Solid Waste (MSW) Pellets. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 520 (1), 012003. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/520/1/012003>
- Ordoñez, M., & Lakner, Z. (2023). Shaping the Knowledge Base of Bioeconomy Sectors Development in Latin American and Caribbean Countries: A Bibliometric Analysis. *Sustainability*, 15 (6). DOI: <https://doi.org/10.3390/su15065158>
- Orejuela-Escobar, L., Gualle, A., Ochoa-Herrera, V., & Philippidis, G. (2021). Prospects of microalgae for biomaterial production and environmental applications at biorefineries. *Sustainability*, 13 (6). DOI: <https://doi.org/10.3390/su13063063>
- Organización de las Naciones Unidas. (2020). Informe de los objetivos de desarrollo sostenible 2020. Obtenido de https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020_Spanish.pdf

- Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo. (2009). La Bioeconomía hasta 2030. OECDilibrary. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264056886>
- Ortega-Pacheco, D., Silva, A., López, A., Espinel, R., Inclán, D., & Mendoza-Jiménez, M. (2018). Tropicalizing sustainable bioeconomy: Initial lessons from Ecuador. *World Sustainability Series*. pp. 187–203. Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73028-8_11
- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L., Stewart, L., Thomas, J., Tricco, A., Welch, V., Whiting, P & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista Española de Cardiología (English ed.)*, 74 (9), 790–799. DOI: [10.1016/j.recesp.2021.06.016](https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016)
- Pallagst, K., Vargas, J. & Hammer, P. (2019). Green Innovation Areas—Route to Sustainability for Shrinking Cities? *Sustainability*, 11 (23), p. 6674. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11236674>
- Paolini, V., Petracchini, F., Segreto, M., Tomassetti, L., Naja, N. & Cecinato, A. (2018). Environmental impact of biogas: A short review of current knowledge. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 53:10, pp. 899–906, DOI: [10.1080/10934529.2018.1459076](https://doi.org/10.1080/10934529.2018.1459076)
- Papadopoulou C., Loizou E. & Chatzitheodoridis F. (2022). Priorities in Bioeconomy Strategies: A Systematic Literature Review. *Energies*. 2022; 15 (19):7258. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15197258>
- Perler, L., & Schurr, C. (2020). Intimate Lives in the Global Bioeconomy: Reproductive Biographies of Mexican Egg Donors. *Body & Society*, 27 (3), pp. 3–27. DOI: [10.1177/1357034x20936326](https://doi.org/10.1177/1357034x20936326)
- Prieto, V., Jaca, M. & Ormazabal, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, (15), pp. 85–95. <http://revistas.um.edu.uv/index.php/ingenieria/article/view/308>
- Rey, D. (2018). Bioética y bioeconomía: disciplinas para supervivencia del mundo planetario. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 11 (20). DOI: <https://doi.org/10.22430/21457778.1217>
- Riera, M. (2021). La bioeconomía como modelo de negocio en el Ecuador. *Compedium*, 24 (46). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88067978005>
- Rodríguez, A., Mondaini, A., & Hitschfeld, M. (2017). *Bioeconomía en América Latina y el Caribe Contexto global y regional y perspectivas*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/fc7c806b-a4e2-4c22-b3a8-7f2f2df82d10/content>
- Salgado, M., Säumel, I., Cianferoni, A., & Tarelho, L. (2021). Potential for farmers' cooperatives to convert coffee husks into biochar and promote the bioeconomy in the north ecuadorian amazon. *Applied Sciences*, 11 (11). DOI: <https://doi.org/10.3390/app11114747>
- Sarmiento, J. (2022). La Bioeconomía en Argentina. *Revista de Economía Política de Buenos Aires*, (25), pp. 73–95. DOI: [https://doi.org/10.56503/repba.Nro.25\(16\)pp73-95](https://doi.org/10.56503/repba.Nro.25(16)pp73-95)
- Sasson, A., & Malpica, C. (2018). Bioeconomy in Latin America. *New Biotechnology*. Vol. 40, pp. 40–45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.07.007>
- Scheiterle, L., Ulmer, A., Birner, R. & Pyka, A. (2018). From commodity-based value chains to biomass-based value webs: The case of sugarcane in Brazil's bioeconomy. *Journal of Cleaner Production*, 172, pp. 3851–3863. DOI: [10.1016/j.jclepro.2017.05.150](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.150)

- Siegel, K., Deciancio, M., Kefeli, D., de Queiroz-Stein, G., & Dietz, T. (2022). Fostering Transitions Towards Sustainability? The Politics of Bioeconomy Development in Argentina, Uruguay, and Brazil. *Bulletin of Latin American Research*, 41 (4), pp. 541–556. DOI: <https://doi.org/10.1111/blar.13353>
- Sosa-Cabrera, E. (2022). Alternativas bioenergéticas de los residuos sólidos urbanos: panorama en México. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (31), pp. 59–76. DOI: <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.31.2022.5086>
- Tittor, A. (2021). The key role of the agribusiness and biotechnology sectors in constructing the economic imaginary of the bioeconomy in Argentina. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 23 (2), pp. 213–226. DOI: [10.1080/1523908x.2021.1893162](https://doi.org/10.1080/1523908x.2021.1893162)
- Trigo, E., Chavarria, H., Pray, C., Smyth, S., Torroba, A., Wesseler, J., Zilberman, D., & Martinez, J. (2023). The Bioeconomy and Food Systems Transformation. *Sustainability* 15 (7). DOI: <https://doi.org/10.3390/su15076101>
- Valli, M., & Bolzani, V. (2019). Natural products: Perspectives and challenges for use of brazilian plant species in the bioeconomy. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 91. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920190208>
- Valli, M., Russo, H. & Bolzani, V. (2018). The potential contribution of the natural products from Brazilian biodiversity to bioeconomy. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 90 (1 suppl 1), pp. 763–778. DOI: [10.1590/0001-3765201820170653](https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170653)
- Whelan, A., Gutti, P. & Lema, M. (2020). Gene Editing Regulation and Innovation Economics. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, p. 8. DOI: [10.3389/fbioe.2020.00303](https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00303)
- Yáñez-Vergara, A., Sotelo-Navarro, P., Poggi-Varaldo, H., Calderón-Salinas, J., Sánchez-Pérez, R., & Matsumoto-Kuwabara, Y. (2022). Analysis of legislation on biorefineries in Mexico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 38, pp. 111–142. DOI: <https://doi.org/10.20937/RICA.54314>
- Yessenbekova, Z., & Turezhanov, S. (2021). Circular bioeconomics: conceptual aspects. *Economic Annals-XXI*, 193 (9–10), pp. 45–53. DOI: <https://doi.org/10.21003/ea.V193-05>
- Zúñiga, A., Cabezas, E. & Pérez, E. (2018). La Bioeconomía en el mundo moderno: una revisión de literatura desde los 5 continentes. *Revista Pensamiento Americano*, 11 (22). DOI: [10.21803/pensam.v11i21-1.278](https://doi.org/10.21803/pensam.v11i21-1.278)

