

## La bioeconomía como alternativa para la diversificación productiva y la agregación de valor en el medio rural: una aproximación desde los roles de los actores sociales

### Bioeconomy as an alternative for productive diversification and value addition in rural areas: an approach from the roles of social actors

María del Carmen, Alcalá-Álvarez<sup>1</sup>, Luciano, de la Rosa-Gutiérrez<sup>2</sup>, Verónica Guadalupe, de la O-Burrola<sup>3</sup>

#### Resumen

El presente artículo tiene como objetivo principal mostrar un análisis sobre los actores sociales que pueden tener un rol clave para promover la bioeconomía como alternativa para la diversificación productiva y la agregación de valor en el medio rural. Se parte de la revisión al binomio economía-biología, los cuales dieron origen al concepto de Bioeconomía buscando una mejor comprensión sobre su relevancia en la transición hacia una economía sostenible. El método de investigación empleado fue no experimental porque se partió de situaciones ya existentes en torno a los actores sociales y sus facultades organizacionales, a partir de las cuales se identificó qué rol participante podrían desempeñar a favor de la Bioeconomía circular. Destacan como resultados del análisis y evaluación las directrices para una propuesta de política pública que reconozca que la bioeconomía otorga valor tanto a los recursos biológicos como al conocimiento, la investigación, la innovación y a la gestión, para el desarrollo de productos, procesos y servicios bajo el principio de sostenibilidad, donde las universidades públicas tienen un papel central en la promoción y ejecución de dicha política.

**Palabras clave:** *Bioeconomía, sostenibilidad, diversificación productiva, medio rural*

#### Abstract

The main objective of this article is to show an analysis of the social actors that can play a key role in promoting the Bioeconomy as an alternative for productive diversification and value addition in rural areas. The starting point is the review of the economy-biology binomial, which gave rise to the concept of Bioeconomy, seeking a better understanding of its relevance in the transition towards a sustainable economy. The research method used was non-experimental because it was based on already existing situations surrounding social actors and their organizational powers, from which it was identified which role participants could play in favor of the Bioeconomy. The results of the analysis and evaluation highlight the guidelines for a public policy proposal that recognizes that the bioeconomy gives value to both biological resources and knowledge, research, innovation and management, for the development

---

<sup>1</sup> Ma. Del Carmen Alcalá-Alvarez, Doctora en Ciencias Sociales, Profesora – Investigadora de Tiempo Completo, Facultad de Economía y Relaciones Internacionales, Universidad Autónoma de Baja California, Campus Tijuana, México. Mercados, Innovación y Desarrollo Sostenible, [alcala@uabc.edu.mx](mailto:alcala@uabc.edu.mx), <https://orcid.org/0000-0002-2646-3666>

<sup>2</sup> Luciano De la Rosa Gutiérrez, Doctor en Ciencias Económicas, Profesor – Investigador de Tiempo Completo, Facultad de Economía y Relaciones Internacionales, Universidad Autónoma de Baja California, Campus Tijuana, México. Mercados, Innovación y Desarrollo Sostenible, [lucianorosamx@uabc.edu.mx](mailto:lucianorosamx@uabc.edu.mx), <https://orcid.org/0000-0002-1500-9978>

<sup>3</sup> Verónica Guadalupe De la O Burrola, Doctora en Ciencias Económicas, Profesora - Investigadora de Tiempo Completo, Facultad de Economía y Relaciones Internacionales, Universidad Autónoma de Baja California, Campus Tijuana, México. Mercados, Innovación y Desarrollo Sostenible, [vdela@uabc.edu.mx](mailto:vdela@uabc.edu.mx), <https://orcid.org/0000-0002-8249-6251>



of products, processes and services under the principle of sustainability, where public universities have a central role in the promotion and execution of said policy.

**Keywords:** *Bioeconomy, sustainability, productive diversification, rural environment*

**Códigos JEL:** L52, H39, O 38

## **Introducción**

El concepto de Bioeconomía lleva a considerar que ninguna teoría económica que ignore las leyes naturales puede funcionar adecuadamente, mientras que el capitalismo neoliberal pasa por alto de forma irresponsable, la existencia limitada de recursos naturales y de los residuos que generan muchos de los procesos productivos, el economista Nicholas Georgescu-Roegen (1971) no solo acuñó el concepto sino que remarcó la importancia de aplicar las leyes naturales a las teorías económicas y advirtió de las consecuencias en el caso de no hacerlo, mismas que se pueden observar claramente y que son el origen de las crisis que se vienen experimentando a nivel global.

En un hecho sin precedentes, las sociedades están inmersas en severas crisis de salud, económicas, sociales y climáticas; la bioeconomía hace un llamado a cambiar la forma en que se produce, se vive y se consume, concordando con la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en los preceptos de los Objetivos del Desarrollo Sostenible 2030, los cuales representan un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad presente y futura de las sociedades.

Un futuro sostenible para todos requiere en su construcción que las personas asuman que son el principal factor transformador y que deben tomar conciencia y responsabilizarse por ejecutar acciones a favor de su beneficio propio y el de su comunidad. La reciente crisis sanitaria, por ejemplo, mostró que confiar en la responsabilidad individual, no obstante, que es necesaria no fue suficiente para contener la propagación del COVID 19 al menos en México, haciéndose necesario encontrar liderazgos fuertes que aseguraran el cumplimiento de las medidas para la contención. La realidad es que se necesita un modelo que permita mantener un buen estilo de vida dentro de límites permisibles para la conservación del planeta.

La tecnología es una aliada indiscutible para la interrelación de las personas y manejo de los recursos naturales. Esto último, es más que evidente porque mediante la aplicación de tecnologías, conocimientos y procesos innovadores, es posible utilizar de manera más racional los recursos naturales existentes para la producción de satisfactores de necesidades sin impactar negativamente al medio ambiente, antes bien, contribuyendo con su regeneración.

Por lo anterior, se hace necesario que desde el campo de las ciencias económicas-administrativas se promueva la bioeconomía, la cual ha cobrado relevancia durante los últimos años y se ha convertido en marco de referencia para sustentar propuestas de políticas públicas de impulso a actividades productivas y de innovación, con un fuerte potencial en el desarrollo de sectores económicos estratégicos como los de la bioenergía, biotecnología, biodiversidad y servicios ambientales (Meza & Rodríguez, 2022).

Este trabajo se organiza en siete apartados en los que se tocan aspectos puntuales para enfatizar en los actores sociales y en las formas que podrían promover la bioeconomía como alternativa de valor para el medio rural. Se enfatiza en el papel de la educación y de las instituciones de educación superior, en particular las universidades públicas como elementos claves para potencializar la bioeconomía en el desarrollo de entornos locales y regionales.

## **Marco conceptual**

## La bioeconomía como alternativa para la diversificación productiva y la agregación de valor en el medio rural: una aproximación desde los roles de los actores sociales

Existen dos elementos básicos que deben ser considerados cuando se recupera el binomio economía y biología, se trata de una epistemología para investigar el sistema socioeconómico en asociación con el sistema biológico como un todo, y así estudiar las interacciones no-lineales entre sus componentes y no sólo entre las características de los componentes individuales (Mohammadian, 2005). Pero ¿Por qué es relevante la unión de estas dos ciencias? La respuesta vista desde la economía se fundamenta desde el mismo término, como plantea Biointropic (2021), ya que economía es una palabra que viene del latín *oeconomia*, y este, a su vez, viene del griego *oikonomia*, de *oikos* “casa” y *vémeiv* “administrar”, es decir, significa “administrar la casa”.

Si la palabra “casa” se conceptualiza como edificación para ser habitada (RAE, s.f.), entonces, “los seres humanos edificamos para habitar”. Empero no basta con edificar, sino que también se debe “administrar lo edificado” para que sea sostenible y genere beneficios a todos los involucrados.

Entonces la pregunta es ¿Cómo estamos administramos nuestra casa hoy? Entendiendo a la casa como la empresa, la ciudad, el país y el planeta (Biointropic, 2021), incluso son la escuela, la institución pública y la organización de la sociedad civil. Seguramente se tendrían diversas respuestas, las cuales están o estarían sustentadas en modelos donde todos los involucrados busquen beneficios en lo individual y en lo colectivo. La búsqueda del beneficio obliga a recuperar el pensamiento de Amartyan Sen sobre “el papel instrumental de la expansión de la capacidad para generar el cambio social (e ir también más allá del cambio económico). La capacidad no sólo es un instrumento de la producción económica (a lo que suele referirse la perspectiva del capital humano) sino también del desarrollo social” (1998, p.72). De manera, que administrar la “casa” desde la perspectiva de las capacidades humanas implica otorgar a la educación un valor preponderante para que las personas tomen decisiones anteponiendo el bienestar social y la calidad de vida sobre otros elementos que puedan limitar o frenar el desarrollo humano.

En particular, la bioeconomía surge como un modelo de economía en el que se da valor tanto a los recursos biológicos como al conocimiento, la investigación, la innovación y a la gestión, para el desarrollo de productos, procesos y servicios bajo el principio de sostenibilidad (Rodríguez, 2017).

Con el desarrollo de la bioeconomía se pretende revertir las formas de producción actuales donde la mayoría de los productos en el mundo se basan en recursos fósiles no renovables. Recursos que, además de ser finitos, son extraídos y usados de una manera poco respetuosa con el planeta.

Gracias a la bioeconomía y los procesos avanzados biológicos se están conformando sectores empresariales y económicos que se proveen de recursos de manera sostenible para la producción de bioproductos, tales como biocombustibles, bioplásticos, biomateriales, biofertilizantes, bioestimulantes, bioplaguicidas entre otros.

El estado de la bioeconomía en el mundo es heterogéneo a pesar del potencial que se le reconoce como alternativa para la diversificación productiva y la agregación del valor en el medio rural, especialmente en los sectores agrícolas y agroindustrial (FAO, 2018). Es precisamente por su relevancia como factor detonante del sector alimentario que se debe continuar promoviendo su incorporación en las agendas públicas de los países, en particular, en los países latinoamericanos (CEPAL, 2017).

Lombeyda (2020) indicó que el 28% del área terrestre global se encuentra mantenida y/o gestionada por Pueblos Indígenas, quienes son los guardianes de gran parte de la biodiversidad del planeta. Para este autor, “la bioeconomía se convierte en una alternativa resiliente para que las comunidades locales y productores individuales fomenten el uso de los recursos de origen biológico, de manera más sostenible” (Lombeyda, 2020, p 26).

A la bioeconomía se le vienen uniendo otros conceptos para fortalecer su utilización dentro de las agendas públicas de los países, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el año 2020, planteó la necesidad de desarrollar una bioeconomía circular sostenible, a la que define como un sistema que resulta innovador y restaurador, que impulsa la industria y la economía, pero que también protege nuestro planeta para las generaciones futuras. Destaca que el sistema debe sustentarse en modelos de producción innovadores que permitan la reorientación hacia alternativas de origen biológico para la sustitución de los plásticos y combustibles fósiles, la eliminación del uso de sustancias químicas tóxicas y la reducción de residuos. Para ello, propone la anexión y aprovechamiento de los avances de la biociencia y la biotecnología, ya que a partir de sus aplicaciones se obtienen componentes y productos en el suministro de alimentos, fibras, productos madereros y sustancias químicas de base biológica, incluidas alternativas a los plásticos (FAO, 2020).

La FAO en el marco del emblemático Foro Mundial de la Alimentación realizado en el mes de octubre de 2023 señala que “la bioeconomía es el catalizador para la transformación de los sistemas agroalimentarios”. La FAO (2023) considera que la bioeconomía provee de alimentos inocuos y nutritivos a una población mundial creciente, brinda oportunidades de desarrollo sostenible y nuevos empleos y, a la vez, reduce el daño ambiental y el desperdicio. Reconoce que su potencial va mucho más allá de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la restauración de la biodiversidad, ya que abre nuevas oportunidades de desarrollo y empleo verde en la agricultura y en otros sectores, lo que vienen a fortalecer la seguridad alimentaria y la nutrición, los medios de subsistencia rurales, las vidas de los Pueblos Indígenas y las comunidades locales, así como la innovación en todos los niveles de la sociedad (FAO, 2023).

La cuestión de fondo en la promoción de una bioeconomía sostenible es convertirla en una alternativa viable frente a los desafíos que implica la atención de las demandas de una población en crecimiento, y, sobre todo, que se preserven los recursos naturales. Para ello, Henry y Hodson (2021) plantean la necesidad de renovar estrategias de inserción de las economías y los territorios rurales en la economía global, y de definir nuevos senderos productivos a partir de lo biológico, para que se generen empleos e ingresos con los recursos del entorno. Estos autores también consideran que debe tomarse en cuenta la dinámica activa de los emprendedores jóvenes en este campo a través de bioemprendimientos pioneros promotores de innovación, especialmente en temas de frontera del conocimiento. Esto último, es clave para acelerar el proceso de desarrollo de los sectores económicos basado en la bioeconomía en las localidades y regiones.

Las sociedades han venido experimentando diversos cambios en sus formas de actuación y con pandemia por la COVID-19 se abren oportunidades para repensar nuevas formas de convivencia social, hábitos de consumo, producción de los alimentos, cuidado de la salud y nutrición, conservación de los medios de vida y el medio ambiente.

La FAO (2020) plantea cinco razones por las que una bioeconomía mundial sostenible y circular tiene sentido, a saber: 1) Reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos; 2) Luchar contra la contaminación por plásticos; 3) Diversificar nuestras dietas y dejar de depender solo de unos pocos cultivos; 4) Promover productos de base biológica como alternativa a los fertilizantes y plaguicidas sintéticos; y 5) Restaurar las tierras degradadas y mejorar la gestión ganadera.

Estos puntos, son respuesta a las diversas problemáticas que se enfrentan en los países y en México no son excepción, de hecho, se tiene mucho por hacer desde un cambio de mentalidad de las personas y la sociedad hasta el diseño e implementación de estrategias por parte de los actores involucrados. Pero estos actores de acuerdo con sus facultades y ámbitos de competencia ¿Cuál es el rol que deben realizar para que la bioeconomía sea ese catalizador que permita transformar los sistemas agroalimentarios en México? Es así como, en la búsqueda de respuestas a esta

## **La bioeconomía como alternativa para la diversificación productiva y la agregación de valor en el medio rural: una aproximación desde los roles de los actores sociales**

interrogante, se plantea como objetivo analizar a los actores sociales que pueden tener un rol clave para promover la Bioeconomía, mediante una investigación sobre el juego de roles.

### **Metodología**

La propuesta metodológica utilizada es de naturaleza cualitativa, conjunta elementos que sugieren formas de investigación e interpretación de los fenómenos sociales mediante la hibridación de metodologías ya establecidas, como es la descriptiva que permite analizar los conceptos: bioeconomía y el rol de los actores sociales; reflexionar sobre los grandes temas: producción, sostenibilidad y medio ambiente; e interpretar cómo estos elementos se conjuntan para como alternativa para la diversificación productiva y la agregación de valor en el medio rural. Se presenta otro momento interpretativo desde la perspectiva de los actores sociales recuperando su voz sobre posicionamientos individuales y de las organizaciones donde colaboran sobre la bioeconomía como motor del desarrollo del medio rural. Finalmente, se integran elementos para comprender el juego de roles de los actores sociales. Balasch (2005) dice que “rol es el comportamiento esperado de una persona que ocupa una cierta posición social. Los roles sitúan al individuo en su contexto social” (p.138). En el estudio se presentan roles individuales e institucionales/organizacionales, los cuales son claves para clarificar facultades y vislumbrar el diseño de acciones colaborativas futuras.

### **Resultados**

Los actores sociales que se identifican como parte de un sistema para promover la bioeconomía son los siguientes:

#### a) Empresarios y productores

Los empresarios y productores en el sector agroalimentario deben estar dispuestos a innovar en sus portafolios de productos a partir de líneas de negocios bio-basadas. Los negocios bio-basados como señalan Zamudio, Gosset y Sabido-Ramos (2021) fomentarán cada vez más el uso de aquellos productos provenientes de procesos comprometidos con el medio ambiente, que resulten menos dañinos para el ser humano debido a su origen natural y que presentan las mismas o mejores propiedades que las de aquellos sintetizados en la industria química tradicional. La inversión en investigación y desarrollo, así como el establecimiento de alianzas o redes de colaboración con instituciones gubernamentales, empresas, asociaciones y cámaras empresariales, academia y organizaciones de la sociedad civil son fundamentales para el desarrollo de nuevos productos no solo en el campo de lo bio-basado, sino en todas aquellas industrias que dependen del uso de fuentes fósiles (Zamudio et al., 2021).

Por otra parte, los empresarios y productores deben apoyar a los emprendedores no solamente con la asociación en los emprendimientos y la obtención de un retorno de inversión sino con el acompañamiento para facilitarles su tránsito entre las fases de desarrollo a la de comercialización y posicionamiento en los mercados, coadyuvando al crecimiento y desarrollo del sector agroalimentario basado en lo bio y el cuidado en el medio ambiente.

#### b) Entidades de gobierno

Los gobiernos requieren de canalizar esfuerzos para diseñar e instrumentar políticas públicas de promoción al sector de la bioeconomía. Estas políticas deberán considerar esquemas de apoyos técnicos y financieros para las diferentes fases iniciando en la etapa de conceptualización del proyecto o desarrollo hasta el mercado.

Otro aspecto por considerar es lo referente a los encadenamientos productivos para lo que será necesario desarrollar capacidades innovativas y fuentes de abastecimientos locales, para que los productos que se demanden cumplan con los elementos de sostenibilidad que se promueven para la bioeconomía (Vidal, 2023).

c) Instituciones educativas

Las instituciones de educación superior como formadoras de recursos humanos y generadoras de conocimientos tienen las condiciones para liderar proyectos y programas alrededor de la bioeconomía y la biotecnología, incluyendo el involucramiento de otras disciplinas como la ecología, la nanotecnología, la química, las ingenierías y las administrativas entre otras. En particular, se hace necesario que pongan énfasis en sus funciones sustantivas de extensión de los servicios y de vinculación, las cuales quedan relegadas ante las funciones básicas de docencia e investigación, pero que son tan relevantes porque es otra forma de incidir en el desarrollo socioeconómico (Hernández, Cuamea & Alcalá, 2014).

d) Sociedad

La sociedad somos todos, y todos los individuos tienen un compromiso fundamental con el cuidado del entorno, del medio ambiente y del mundo. Sin duda la situación que se vivió y se vive en el marco del COVID-19 lleva a cuestionamientos sobre ¿qué se está haciendo? o ¿qué se debe hacer? cada individuo como trabajador, profesionista, empresario, inversionista, gobernante o cualquier otro rol que tenga en el campo de las ciencias en particular, la económica debe tomar conciencia sobre lo que debe mantener, cambiar, transformar o inventar para influir responsablemente en lo social, lo económico y lo ambiental. Se busca actuar en aras de proteger el entorno, el país y el planeta, y sobre todo asegurar un futuro mejor (FAO,2020).

e) Organizaciones empresariales y de la sociedad civil

Las organizaciones en el ámbito social y empresarial tienen objetivos puntuales según su naturaleza, pero tienen en común promover la articulación de los agentes sociales, además de facilitar la comunicación, el intercambio de información y la difusión. Estas organizaciones en el desarrollo de la bioeconomía son claves porque pueden contribuir conjuntar a los actores y al definir objetivos comunes a favor de la protección y conservación de los recursos biológicos, y, sobre todo, en la promoción de una cultura de cuidado al medio ambiente. Esto se refuerza con lo planteado por Castillo, Suárez y Mosquera (2017) sobre que el desarrollo sostenible le apuesta a consolidar una relación armónica ser humano-naturaleza, en la cual la cultura se puede convertir en instrumento fundamental del desarrollo territorial, y se asume la viabilidad en la medida en que haga relevante las interacciones socioculturales de los pueblos con sus entornos particulares en un espacio de reconocimientos y complementariedades.

## Discusión

El reconocimiento de actores sociales y sus roles permiten analizar y reflexionar sobre cuestiones concretas sobre su actuar para contribuir en la solución a las problemáticas que inhiben el desarrollo sostenible en el medio rural.

## Instituciones de educación superior y sus disciplinas para la promoción de la bioeconomía

El planeta demanda a la humanidad poner cuidado en los recursos biológicos y naturales no solo como medida de protección o conservación presente sino para garantizar su futuro. Las voces de los actores sociales mundiales y nacionales han venido señalando que medidas se deben incluir dentro

## **La bioeconomía como alternativa para la diversificación productiva y la agregación de valor en el medio rural: una aproximación desde los roles de los actores sociales**

de las estrategias institucionales junto con aquellas que intervienen en los aspectos económicos y de competitividad en los países y sus entornos locales para revertir daños ambientales, enfrentar los problemas del cambio climático, la escases del agua, el agotamiento de la capa de ozono, la sobrexplotación de los recursos naturales, sin embargo, no todas las acciones se han llevado a la práctica y las que si se suman al cumulo de experiencias que reportan resultados positivos o negativos.

Una de las principales voces a nivel internacional es la de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) quien confiere a la educación un valor incuestionable como pilar del desarrollo sostenible. La contribución de la educación en todos sus niveles es fundamental para el mejoramiento del medio ambiente, incluso la educación ambiental tiene sus propios conceptos y enfoques de estudio que buscan atender los asuntos relacionados con el medio ambiente. La UNESCO (s.f.) señala que “la educación ambiental es un componente de todo pensamiento y toda actividad, de la cultura en el más amplio sentido de la palabra, y su fundamento es la estrategia de la supervivencia de la humanidad y de otras formas de la naturaleza”. En ese sentido, Severiche-Sierra, Gómez-Bustamante y Jaimes-Morales (2016) plantean que “la educación ambiental es pilar fundamental de la generación de cambios de actitud y aptitud y de lograr un equilibrio entre el ser humano y su entorno. Se requiere del apoyo de casi todas las disciplinas, por lo que la resolución de los problemas ambientales debe contar con la participación de un amplio conjunto de personas e instituciones” (p. 266-267).

La participación de las personas y las instituciones en la resolución de los problemas ambientales debe responder con sus niveles de compromiso social. En el caso de las instituciones de educación superior (IES) por su responsabilidad y función social amerita poner en perspectiva que desarrollan sus funciones dentro de contextos no predecibles y muchas veces caracterizados por la incertidumbre de los comportamientos y resultados. Además, por si fuera poco, las IES deben considerar en el desarrollo de sus funciones la inclusión de elementos del contexto internacional, así como sus implicaciones en las actividades cotidianas, en particular en la generación y transferencia de conocimiento e información. En términos más concretos, y, desde las tareas diarias de las IES, esto significa implementar e incluir criterios de variabilidad en sus estrategias, considerando una diferenciación sutil entre la planeación y la estrategia. Es decir, aunque en el fondo se podría coincidir en que la intención de ambas es contar con las condiciones institucionales propicias para el desarrollo de sus funciones básicas. Las estrategias constituyen un conjunto de instrumentos que a diferencia de la planeación no conciben caminos óptimos o eficientes ni se identifican todas las variables, por consecuencia no se tiene control absoluto de los procesos. No obstante, las estrategias son necesarias y deben interiorizarse en los marcos de acción que resultan de los ejercicios de planeación de las funciones sustantivas de las IES.

Por otra parte, las condiciones nacional y global lejos de ser un importante reto para todas las instituciones educativas deben ser asumidas como alternativas que enriquecen la formación de los cuadros profesionales y propician nuevas líneas de aplicación y generación de conocimientos, ya que no es concebible que acumulen saberes por el contrario deben caracterizar por la transferencia y aprovechamiento de los mismos no solo para su contexto inmediato sino que escalen a los ámbitos nacionales, transfronterizos e internacionales.

En el caso particular de las universidades públicas en materia de formación e investigación científica alrededor de la bioeconomía y la biotecnología se perciben áreas de oportunidad para detonar proyectos o programas tendientes desarrollar capacidades empresariales, productivas y administrativas. Pero ¿Cuáles son los pasos por seguir? Primeramente, se tiene que establecer que la biotecnología entendida como la aplicación de principios de la ciencia y la ingeniería para tratamientos de materiales orgánicos e inorgánicos para producir bienes y servicios (OCDE, 2021), involucra a la biología, ingeniería, física, química y medicina.

Segundo, en las universidades públicas se ofertan programas educativos que tienen como base a estas ciencias, por ejemplo, medicina, bioingeniería, nutrición, médico veterinario zootecnista, químico farmacobiólogo, químico industrial, ingeniero químico, cirujano dentista, enfermería, biólogo, físico, oceanólogo, ciencias ambientales, biotecnólogo en acuicultura, ingeniero en nanotecnología, gastronomía y enología.

Tercero se tiene investigación científica que involucra desarrollos biotecnológicos con aplicaciones en diversos campos por lo que valdría la pena integrar un portafolio de proyectos y posteriormente, evaluar los resultados de impacto en particular, los productos y su utilización para la resolución de problemas de los sectores productivos o bien determinar un potencial de mercado para ese conocimiento. Esto último, puede abrir el campo para la inclusión de otras disciplinas que se enseñan en las universidades como economía, negocios internacionales, mercadotecnia y administración.

Un cuarto aspecto a considerar es la vinculación para la investigación haciéndose necesario llevar a cabo una evaluación de las acciones realizadas en las unidades académicas y en los institutos de investigación de las universidades donde se oferten los programas educativos mencionados para establecer los impactos sociales y económicos que generen los convenios de colaboración con las empresas, gobierno, organismos empresariales y de la sociedad civil, además de la contratación de servicios como laboratorios, asesorías y asistencias técnicas. También se deberá considerar la vinculación para la realización de prácticas profesionales y proyectos de vinculación asociados a la currícula, ya que estos son un espacio natural para la formación profesional de los estudiantes y representan el acercamiento natural a mundo del trabajo y en algunos casos, la puerta al emprendimiento.

Quinto llevar a cabo un inventario de capacidades cognitivas y técnicas, así como de los laboratorios y equipos con el propósito identificar áreas de oportunidad tanto para el ofrecimiento de servicios profesionales como la colaboración en el desarrollo de proyectos y programas de tal manera que se establecen redes de conocimiento que potencialicen a la bioeconomía y la biotecnología.

Un sexto punto podría orientarse al desarrollo de ambientes más propicios para que converjan todas las ciencias y disciplinas que se han mencionado, y donde las actividades docentes e investigativas se desarrollen proyectos y programas con una participación de los agentes productivos y actores sociales involucrados.

Estos podrían ser los primeros pasos para dar un nuevo sentido al acercamiento de las universidades públicas con los sectores sociales y productivos, pues se hace necesario un papel más activo en sus entornos, y, sobre todo, se deben perfilar acciones para un mejor aprovechamiento de los conocimientos y tecnologías que se generan en el interior de estas.

Para evitar la exclusión o el “desperdicio” de los recursos es necesario la definición e implementación de estrategias que permitan a las universidades la identificación, inclusión y consecución no solo de los rasgos de los perfiles de egreso sino de la ruta que sigue la investigación en áreas del saber específicas que se desarrollan en ellas; sin duda, cuestiones clave porque es necesario cubrir tanto el aspecto formativo como investigativo para detonar esa bioeconomía circular y sostenible de la que se ensalza su potencial como alternativa para la conservación de los recursos biológicos y del medio ambiente (FAO, 2020 ).

A partir de lo anterior y desde la visión individual (profesores y estudiantes), los actores deben interactuar dentro de ambientes que favorezcan el desarrollo de habilidades, actitudes y conocimientos alrededor de la bioeconomía y la biotecnología; en otros términos, el desempeño individual y, sobre todo, su fortalecimiento, debe incidir en el dominio, no sólo del manejo de la tecnología sino en su composición, adecuación y creación.



## **La bioeconomía como alternativa para la diversificación productiva y la agregación de valor en el medio rural: una aproximación desde los roles de los actores sociales**

Desde una perspectiva más amplia y teórica por consecuencia, las las universidades comienzan a asumir tareas de transacción que implican, entre otras cosas, la generación, formación, actualización y construcción de saberes en el espacio real de la empresa, la industria, pero en una sociedad, donde la colectividad, la comunidad y la diversidad generan la contradicción permanente e incertidumbre de los resultados. Esto no quiere decir que se dé un alejamiento a un planteamiento donde la racionalidad no pudiera significar el eje articulador de los aspectos que componen un mundo interrelacionado.

Por otra parte, se hace necesario que la educación brinde como parte de la formación integral esos aspectos que funjan como motor para un mayor aprovechamiento y reconocimiento de sus conocimientos y habilidades. Pues al ser agentes de cambio en la sociedad o en sus entornos laborables se espera siempre de ellos una mayor actuación, y, sobre todo, una mayor participación como actores pensantes y poseedores de capacidades, ingenio y creatividad. En este sentido se subraya la exégesis del grado de incidencia que tienen las universidades públicas para favorecer, convocar y promover a una mayor participación social en aras de mejorar las condiciones sociales, económicas y ambientales. En otras palabras, las universidades públicas cuentan con un conjunto de elementos para la generación de ambientes más propicios para la cooperación social en favor de la prosperidad tan necesaria en estos tiempos enmarcados por la pandemia por la COVID-19, la cual ha dejado múltiples aprendizajes y cuestiones por entender y discutir.

### **Actores sociales y su papel en el desarrollo de la bioeconomía**

El papel de las universidades públicas y sus entornos inmediatos son una de las primeras consideraciones para el impulso de la bioeconomía circular sostenible en nuestro país y en aquellas entidades federativas con una vocación agropecuaria, pero también están los otros actores involucrados como autoridades, organismos privados, empresarios y emprendedores. La actuación de estos actores es clave y se requerirá de generar mecanismos institucionales oportunos de participación; por lo que será un desafío importante establecer los espacios de interacción entre éstos con sus sistemas y las características contextuales locales, nacionales e internacionales; representando un segundo punto de atención.

Es necesario considerar que las instituciones y las organizaciones empresarial y sociales, están compuestas por individuos (actores); en estas los integrantes actúan o responden en correspondencia al objeto social de la entidad, por lo tanto, el objeto social delinea el marco de los trabajos al interior como primer punto. Empero, los actores sociales no están al margen de lo que acontece en los ambientes externos a su institución/organización, por lo contrario, deben ampliar sus marcos de acción para beneficio interno de la misma y de los otros miembros. En ese sentido, la búsqueda de oportunidades encuentra en la colaboración una opción viable que puede tomar distintas aristas en beneficio de la organización y sus colaboradores, pero también de la sociedad y del entorno.

Hablar de actores para la bioeconomía implica agruparlos en dos bloques a saber: a) los individuos: empresarios, emprendedores, estudiantes, directivos, académicos e investigadores; y, b) las organizaciones: [entendidas como figuras ubicadas entre las condiciones y regulaciones externas al individuo (instituciones) y las propias particularidades (necesidades y habilidades) de los actores y los territorios], son grupos que persiguen objetivos comunes, quienes establecerán a través de sus decisiones y dentro del marco de restricciones y oportunidades existentes, las características del cambio territorial o institucional (Hernández et al., 2012). Esta clasificación permite puntualizar en qué se presentan dos formas de actuación la que ejercen los propios individuos y la de la institución/organización, lo cual impacta de manera distinta en los resultados, aquí la cuestión es establecer qué se espera de cada participación en lo individual y en lo institucional porque el impulso de una bioeconomía circular sostenible lleva implícito elementos como la educación, la cultura, la

empresarialidad, el emprendimiento, los valores, la creatividad, el ingenio entre otros; aunque también se tienen aspectos que podrían frenar su impulso como la poca o nula acogida de la sociedad, el poco involucramiento de los actores claves, la falta de consenso para una política pública de impulso, la discrepancia entre los involucrados y hasta la incertidumbre por los resultados futuros; resumen se podría señalar que cualquiera de estos elementos no están dados o pueden ser definidos concretamente. Lo cierto es que el crecimiento de un sector de la bioeconomía, así como la prosperidad social, considerando las múltiples variables que los componen, son aspectos relevantes que demandan de una política pública, la definición de reglas para la actuación de los involucrados y de un liderazgo que bien puede recaer en las universidades públicas o en alguna de las instituciones/organizaciones participantes.

### **Interacción entre las universidades y las empresas**

La interacción entre las universidades y las empresas establece responsabilidades para cada una de las partes, es decir, mientras que las universidades asuman la formación de profesionales que respondan a las necesidades del sector de la bioeconomía, estas últimas se compromete a recibir a los egresados que reúnan o satisfagan esas condiciones. Las reglas así planteadas permiten, por un lado, asegurar la calidad de los programas educativos; y, por otro disminuir la saturación existente en algunos mercados laborales. La articulación anterior debe incluir una percepción de desarrollo que no reduzca la formación y educación de la población a un recurso o factor para la producción.

Existe un compromiso social de las universidades públicas por atender las demandas y problemáticas sociales por un determinado perfil profesional a nivel de licenciatura y posgrado, por citar un ejemplo en el caso particular de Baja California se tiene identificado un sector de empresas en bioeconomía que empiezan a tener una importante presencia, por lo cual resulta pertinente empezar a evaluar la pertinencia social de programas educativos que impulsen a este sector como se ha hecho en otras entidades del país donde se cuenta ya con una oferta educativa a nivel de posgrado en el área de la bioeconomía por citar el programa de Doctorado en Bioeconomía Pesquera y Acuícola del CIBNOR.

Por otra parte, las universidades públicas y las empresas deberán considerar no sólo la construcción de conocimiento sino también la forma de su transferencia, pasando, por supuesto, por el fomento, desarrollo y aprovechamiento de la innovación y la creatividad individual y de grupos de colaboración entre investigadores y personal de las empresas. En este punto, los productores en el sector agropecuario tienen varios señalamientos sobre las formas de colaboración y los resultados, los cuales los consideran escasos ante la cantidad de problemas donde las universidades pueden brindarles soluciones y servicios especializados.

La solución de problemas en ambientes profesionales reales, a través de acciones de investigación, docencia, asistencia o de extensión de las universidades públicas, serán experiencias fundamentales en la formación de los universitarios en los niveles de licenciatura y posgrado. La vinculación de la investigación con el aparato productivo viene siendo una estrategia más frecuente en las políticas institucionales de las universidades, así lo evidencia la formalización de acuerdos interinstitucionales entre los profesores-investigadores y los sectores productivos y sociales. Es decir, existen marcos regulatorios que han permitido llevar a cabo desde proyectos de investigación, desarrollo de tecnologías, estancias de investigación en la empresa, desarrollo de programas de formación a nivel de especializaciones, maestrías y doctorados, entre otras acciones; de ahí que las experiencias de vinculación acumuladas en los últimos años pueden facilitar el camino para el impulso de bioeconomía de una forma más asertiva y rápida.

Por otra parte, la divulgación de los saberes generados en las instalaciones universitarias también se presenta como una estrategia articuladora entre la generación de conocimiento y las necesidades

## **La bioeconomía como alternativa para la diversificación productiva y la agregación de valor en el medio rural: una aproximación desde los roles de los actores sociales**

de las empresas, los grupos y el propio Estado. Tradicionalmente las prácticas profesionales han sido los momentos durante los cuales los estudiantes universitarios ponen en juego los contenidos conceptuales y teóricos recibidos durante su formación profesional en las aulas. Sin embargo, las exigencias, así como la especialización de las tareas en las propias disciplinas científicas y los espacios laborales determinan patrones de formación diferentes. Los egresados universitarios buscan mantenerse actualizados como condición de competencia y, por supuesto de inclusión en el mercado laboral y la comunidad. Lo anterior, abre un abanico de oportunidades para ampliar la oferta de educativa en el nivel de posgrado y en el ámbito de la educación continua como nicho natural para la sensibilización sobre la necesidad de poner atención en la preservación de los recursos biológicos y naturales, así como del cuidado el medio ambiente.

### **Las universidades públicas frente a los cambios en el entorno y la definición de estrategias**

Los tiempos presentes y futuros están marcados por la pandemia por COVID-19 que se vivió y continua como una amenaza constante, esta condición pone en el centro la necesidad por el estudio de los impactos en el desarrollo social y económico e impone desafíos a la educación superior pues le demanda definir sus aportes o limitaciones. Más aún si se trata de orientar políticas para impulsar un sector como el de la bioeconomía, en un contexto donde prevalecen diferencias en el tejido empresarial, en particular en el medio rural.

Como se ha venido planteando los cambios sociales establecen ciertas condiciones. Esto significa la demanda de creación de diferentes mecanismos, a saber: implementación de nuevas formas de trabajo, adecuación de los estilos de enseñanza, el desarrollo de metodologías que respondan a la resolución de problemas y/o a la elaboración de proyectos. Sólo de esta manera se puede contar con elementos que permitan el cambio en los procesos de generación de conocimiento; es decir, transitar de las tradicionales y pasivas formas de enseñanza-aprendizaje hacia alternativas de construcción y acompañamiento no solo del docente-alumno, sino docente-empiría e investigación-empresa/sociedad. Las aulas universitarias y el conocimiento que ahí se comparte debe pasar de esos espacios hacia su entorno y viceversa, de esta manera el saber no sólo se compartirá, sino que las aulas –entendidas como la propia universidad- serán un espacio para la (re) construcción de alternativas de desarrollo (Hernández et al., 2014).

Si se aborda el análisis de los elementos arriba señalados desde la visión de las tareas de las universidades públicas como instituciones de incidencia en el desarrollo, se puede considerar, por un lado, la política y estrategias de gestión que las universidades pudiesen implementar como alternativa territorial, y, por otro, el modelo educativo como alternativa de formación en los individuos. Esto no se limita a las condiciones empresa-universidad, ni instrumentalidad vs la diversidad, sino que lleva a un campo más amplio donde intervienen muchos factores.

Probablemente las universidades públicas se encuentran en un punto de inflexión entre prácticas tradicionales y la necesidad de plantearse nuevos posicionamiento ante la sociedad y los sectores productivos, los estragos que deja la pandemia por COVID-19 que las coloca en un momento idóneo para evaluar y reflexionar el quehacer académico, sobre todo, los procesos que debieron gestarse para una rápida incursión en formas de enseñanza en línea y hoy con el regreso paulatino a las aulas en modalidades híbridas, presencial, pero puntualizando en la naturaleza propia de cada disciplina porque las relacionadas con la bioeconomía y la biotecnologías pareciera que requiere de una mayor presencia en el aula y prácticas de laboratorio. Pero además de lo acontecido en las aulas están otros elementos del aprendizaje que rebasan los ámbitos externos a los espacios universitarios como las prácticas profesionales, haciéndose necesario recuperar las experiencias tanto de los estudiantes como de las unidades receptoras. También es pertinente evaluar los mercados laborales porque seguramente existen cambios en los requerimientos para los futuros profesionistas, así como el

surgimiento de nuevas demandas por perfiles con competencias profesionales que en el mediano o largo plazo las universidades deberán estar atendiendo.

En toda crisis se presentan oportunidades y se presentan obstáculos, éstos últimos pueden revertirse como elementos de una propuesta que articule las ventajas y las debilidades internas, individuales o institucionales, con las oportunidades y amenazas externas o contextuales, en ese sentido, el análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) resulta útil para ayudar a definir una propuesta en la que las deficiencias o las afectaciones sean asumidas como alternativas para la formulación de las acciones de intervención a partir de las cuales se haga uso de la creatividad, la experiencia, el compromiso y las habilidades de los actores locales. Desde las universidades públicas un ejercicio FODA sería un buen referente para la planeación de acciones de impulso para el sector de la bioeconomía en México.

En síntesis, la consideración de un papel activo de las universidades públicas en las propuestas de acción (institucional o individual) -en este caso- no es concebida como un conjunto de planteamientos que promueve la tarea fundamental de las universidades como un espacio para el procesamiento de la información y la transferencia de conocimientos; tampoco como un lugar desde el cual se forma únicamente a individuos para el mercado de trabajo orientados en criterios de competitividad que responden estrictamente a una paradigma productivo. Por el contrario, implica la recuperación de la figura universitaria como institución desde la cual se generan procesos y cursos de acción que no eluden las características de la realidad de cualquier contexto, por lo contrario, se asume su papel trascendental para el desarrollo socioeconómico de las locales y las regiones.

Desde las anteriores consideraciones interpretativas se estaría avanzando hacia la constitución de una estructura social tolerante y corresponsable que no se vea impuesta o restringida en sus acciones y decisiones por designios externos o ajenos a su condición individual, pero indudablemente colectiva. Se trata de que desde las universidades públicas se plantee una propuesta que a través de la formulación de estrategias permita el desarrollo y el aprovechamiento de la inteligencia y experiencia de los propios actores para impulsar una bioeconomía circular sostenible tan necesaria para el país y sus entidades federativas.

### **Aspectos fundamentales que dan sentido a la bioeconomía**

Al considerar el crecimiento demográfico y el comportamiento socioeconómico que se presentan en la mayoría de las entidades federativas en México el nivel de participación de la universidad pública como un importante organismo regional requiere de la formulación e implementación constante de estrategias de revisión, adecuación e implementación de los programas educativos que satisfagan las necesidades de los sectores social y productivo que se localizan en cada región de incidencia. Esto implica la inclusión de elementos que le permitan a los egresados universitarios una participación profesional en diferentes espacios, no sólo regionales, pero en el mundo.

Respecto a los esfuerzos investigativos se requiere una mayor correlación entre la generación de conocimientos y su aplicación en la resolución de los problemas sociales y los sectores productivos. En el campo de bioeconomía existen áreas de oportunidad para llevar a cabo proyectos de investigación que atiendan las demandas y las problemáticas que se enfrentan por ejemplo en la agricultura, la ganadería, la pesca y la acuicultura, solo por citar algunas de las actividades en donde se podría impactar positivamente ante las dificultades que se presentan en el sector primario.

Lo acontecido por la crisis por la COVID-19 ha recuperado las visiones sobre la importancia del desarrollo sostenible y los posicionamientos para la conservación de la vida, el cuidado y conservación de los recursos naturales vuelven a cobrar fuerza, los pronunciamientos de los

## **La bioeconomía como alternativa para la diversificación productiva y la agregación de valor en el medio rural: una aproximación desde los roles de los actores sociales**

organismos internacionales son contundentes y puntuales sobre las políticas y acciones que los países deben estar atendiendo en el corto, mediano y largo plazo.

Los problemas están más que identificados por lo que la atención se enfoca en cómo se va a hacer frente al crecimiento de la población global, al agotamiento de los recursos naturales, a los cambios climatológicos, al agotamiento de las fuentes de energía y a la contaminación.

En ese sentido, se ve a la bioeconomía como una alternativa viable para revertir los efectos, la cual tiene entre sus desafíos encontrar la correspondencia entre la sociedad y los agentes productivos, porque uno de las cuestiones más elementales que marcan el cambio son los patrones de consumo y las formas de producción, ya que la creciente demanda en el esquema de desarrollo actual, pareciera insostenible -el modo de vida occidental no es sostenible ni replicable por toda la población mundial (Anlló, Bisang & Trigo, 2018).

Ahora bien, cualquier propuesta desde la universidad pública deberá garantizar que los participantes posean herramientas cognitivas suficientes que los exhiba como individuos capaces de responder con alternativas de innovación u opciones para la resolución de problemas en correspondencia con las exigencias de un contexto altamente competitivas y que requiere de modificaciones para garantizar la sostenibilidad.

La combinación, la aplicación, la generación y, sobre todo, la construcción de conocimientos de manera simultánea requiere de habilidades en la identificación y definición de los criterios, tareas y responsabilidades de los actores sociales involucrados para ser posible el impulso de este sector estratégico para el desarrollo social, económico y ambiental.

### **¿Es la bioeconomía una opción profesional a ofertarse en las universidades públicas?**

Para el caso de la Bioeconomía como profesión de apoyo a la innovación y el desarrollo regional, ésta podría estar sustentando su factibilidad a partir de la identificación de aquellas empresas que perfilan el sector de la bioeconomía en la regiones, que existen trabajos que documentan casos de éxitos de empresas donde se ha identificado un considerable interés por el planteamiento de una oferta de formación profesional que reuniera nuevas particularidades en el ámbito de la bioeconomía, habría que explorar la pertinencia social a nivel de licenciatura o posgrado. De converger ambos aspectos –señalaron varios de los especialistas en el área- se podría lograr un *upgrading* industrial en el que se pasara de la manufactura de productos tradicionales a entrar de lleno en el campo de los bioproductos.

Otro factor relevante es la existencia en nuestro país que desarrollan complejos procesos productivos, algunas de ellas denominadas *empresas de cuarta generación* debido a que en sus instalaciones no sólo se llevan a cabo procesos de ensamble y manufactura, sino también de desarrollo y diseño de nuevos productos y componentes (médicos). La intención e interés por seguir atrayendo procesos productivos más complejos hace necesario el desarrollo de capital humano con un perfil que incluya rasgos de la biología, la medicina, física, la química y las ingenierías. De constituirse una propuesta de formación profesional en esta área –señalaron no pocos empresarios, académicos e investigadores- significaría para las empresas localizada en los estados de la frontera norte una alternativa para la disminución de costos canalizados o generados en los Estados Unidos, por citar un ejemplo.

La universidad pública desde su origen se diseña a partir de una estructura que busca incidir, a través de sus propuestas y acciones, en las necesidades sociales y sectoriales. Este diseño implica, en primer lugar, el reconocimiento y el fomento de las habilidades que debiese poseer el egresado; y, en segundo, el establecimiento de mecanismos de transferencia del conocimiento en ambas direcciones. En otros términos, la conformación de la oferta educativa de las IES tiene como principio

la búsqueda de un tránsito que va de la instrumentalidad de los programas de formación hacia las condiciones y oportunidades no sólo locales sino extraterritoriales.

## Conclusiones

Puntualizar en la bioeconomía y sus atributos para coadyuvar en el desarrollo económico sostenible, permitió analizar el papel que juegan los actores sociales vinculados a su promoción en México. Este ejercicio pretendió identificar actores sociales y sus roles concretos como parte de un sistema colaborativo de impulso al sector de la bioeconomía.

Se planteó que las universidades públicas cuentan con la capacidad y los recursos científicos para apoyar a las empresas, productores y nuevos emprendedores, los cuales son el motor de crecimiento de este sector que se le reconocen características favorables para el sostenimiento del medio ambiente.

Otros actores estratégicos debieron considerarse como por ejemplos los clientes y proveedores, pero como el análisis estuvo centrado desde la necesidad de reconocer a los actores de promotores para el sector se dio prioridad a los gobiernos, empresarios, productores, emprendedores, instituciones de educación superior, cámaras empresariales organizaciones de la sociedad civil.

La bioeconomía como alternativa para el medio rural se le reconoce el potencial para revertir la pobreza y la desigualdad en el campo, porque permite la disminución de la presión sobre la diversidad, suelos y mantos acuíferos. Para el sector rural mexicano la bioeconomía agrícola es una de las alternativas más viables de desarrollo económico, por ello, la necesidad de una política pública que impulse la creación de bionegocios.

## Bibliografía

- Anlló, G., Bisang, R. & Trigo, E. (2018) Bioeconomía: hacia una lógica productiva sostenible. <http://forocilac.org/wp-content/uploads/2018/10/PolicyPapersCILAC2018-Bioeconomia.pdf>
- Balash, M. (2005). Investigación Crítica: Desafíos y Posibilidades. <https://doi.org/10.5565/rev/athenead/v1n8.223>
- Biointropic (2021, 24 de febrero). Beneficios y panorama de la bioeconomía. <https://biointropic.com/panorama-de-la-bioeconomia/>
- Castillo, A., Suárez, J., & Mosquera, J. (2017). Naturaleza y sociedad: relaciones y tendencias desde un enfoque eurocéntrico. *Revista Luna Azul*, núm. 44, pp. 348-371. DOI: <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.44.21>
- CEPAL (2017). Bioeconomía en América Latina y el Caribe. Contexto global y regional y perspectivas. <https://www.cepal.org/es/noticias/que-es-la-bioeconomia-cual-es-su-grado-desarrollo-america-latina-caribe>
- FAO (2018). La FAO pide coordinar a nivel mundial una bioeconomía que no deje a nadie marginado. <https://www.fao.org/news/story/es/item/1119057/icode/>
- FAO (2020, 19 de noviembre). Cinco razones por las que una bioeconomía mundial sostenible. <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1331255/y circular>
- FAO (2023, 19 de octubre). La bioeconomía es un catalizador para la transformación de los sistemas agroalimentarios hacia una mayor sostenibilidad. <https://www.fao.org/newsroom/detail/FAO-bioeconomy-agrifood-systems-science-innovation-forum-2023/es>
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press.
- Henry, G., & Hodson, De J. E. (2021). Bioeconomía, modelo para un desarrollo territorial sostenible e inclusivo.

## La bioeconomía como alternativa para la diversificación productiva y la agregación de valor en el medio rural: una aproximación desde los roles de los actores sociales

- Hernández, D., Cuamea, F., & Alcalá, M., (2014). Instituciones y desarrollo: las universidades públicas y su papel en el desarrollo local. En Alcalá, M. & Cuamea, F. La universidad en acción. Transición, retos y respuestas. Experiencias en materia de creación de oferta educativa en las ingenieras del siglo XXI (pp. 13-46). Editorial
- Lombeyda, B. (2020). Bioeconomía: una alternativa para la conservación. [https://doi.org/10.17141/letrasverdes.27.2020.398420200725%20\(4\).pdf](https://doi.org/10.17141/letrasverdes.27.2020.398420200725%20(4).pdf)
- Meza, L. & Rodríguez, A. (2022). Soluciones basadas en la naturaleza y la bioeconomía: contribución a una transformación sostenible e inclusiva de la agricultura y a la recuperación pos-COVID-19. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/822fc6f0-b72e-438e-9291-746fbfcaaae3/content>
- Mohammadian, M. (2005). La bioeconomía: un nuevo paradigma socioeconómico para el siglo XXI. *Encuentros multidisciplinares*, 19 (enero-abril), 1-12. <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%BA19/Mansour%20Mohammadian.pdf>
- OCDE (2021). Biotecnología. <https://www.oecd.org/centrodemexico/publicaciones/biotecnologia.htm>
- Real Academia Española (s.f.). *Diccionario*. Recuperado el 13 de octubre de 2021, de <https://www.rae.es/dpd/>
- Rodríguez, A. (2017, diciembre). La bioeconomía: oportunidades y desafíos para el desarrollo rural, agrícola y agroindustrial en América Latina y el Caribe. Serie Boletín CEPAL/FAO/IICA <https://repositorio.cepal.org/items/b4c226bb-5cf8-413e-ac28-48e3cea79907>
- Sen, A. (1998). Capital humano y capacidad humana. *Cuadernos de Economía (Santafé de Bogotá)*, 17(29), 67-72.
- Severiche-Sierra, C., Gómez-Bustamante, E., & Jaimes-Morales, J. (2016). La educación ambiental como base cultural y estrategia para el desarrollo sostenible. *Telos*, 18(2), 266-281.
- Vidal, R. (2023, 10 de febrero). Sostenibilidad de los encadenamientos productivos en Latinoamérica. [encadenamientos-productivos-en-america-latina-y-el-caribe/](https://repositorio.cepal.org/items/b4c226bb-5cf8-413e-ac28-48e3cea79907)
- Zamudio, G., Gosset, G., & Sabido-Ramos, A. (2021). Bioadhesivos: La transición hacia los <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2023/02/sostenibilidad-de-los-compuestos-bio-basados>. *BioTecnología*, 25, 31-43.