

Investigación Original

Hacia una bioeconomía tropical sostenible en el suroccidente colombiano: brechas de investigación

Towards a sustainable tropical bioeconomy in Colombia south-west: research gaps

Mauricio Quintero-Angel *

Universidad del Valle, Colombia

mauricio.quintero@correounivalle.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-3680-7458>

Myriam Sánchez-Mejía **

Corporación Biotec, Colombia

myriams@cgiar.org

 <https://orcid.org/0000-0001-8219-7473>

Luis A. Escobar-Jaramillo ***

Universidad del Valle, Colombia

luisalfonsoescobarj@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-5980-6584>

Revista Luna Azul núm. 56 78 98 2023

Universidad de Caldas
Colombia

Recepción: 08 Junio 2022
Aprobación: 07 Febrero 2023

Resumen: Para Colombia la generación de nuevos productos, procesos y servicios de alto valor agregado y sofisticación a partir de la biodiversidad en el marco de una bioeconomía tropical sostenible, constituye una ventana de oportunidad. Este artículo tiene por objeto identificar las brechas de investigación en torno a la bioeconomía tropical sostenible en el contexto colombiano, y presenta las bases para el Centro Nacional de Investigación e Innovación para las Biociencias y la Bioindustria en el Valle del Cauca. Se emplea el enfoque metodológico de la investigación orientada por misión, con el que se identificaron cinco brechas de investigación: i) Limitado conocimiento científico de la biodiversidad útil para la bioeconomía, ii) Limitada integración de la cadena de valor bio, iii) Dependencia tecnológica y limitado desarrollo de tecnologías propias para la transición hacia la bioeconomía, iv) Limitado desarrollo de mercados para productos y servicios en el marco de la bioeconomía, y v) Limitada capacidad de gestión y gerencia para bionegocios. El cierre de estas brechas permitirá avanzar hacia la consolidación de una bioindustria con carácter diferenciador e innovador de clase mundial. Finalmente, se concluye que es necesario fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas para generar a partir del capital natural una oferta de productos, procesos y servicios con carácter diferenciador e innovador, de clase mundial, con los volúmenes, calidad y estandarización necesarios, para responder a las necesidades regionales y contribuir sosteniblemente a optimizar la competitividad de las cadenas de abastecimiento bioindustriales.

Palabras clave: biodiversidad, bioindustria, investigación orientada por misión, negocios verdes.

Abstract: Within a sustainable tropical bioeconomy framework, Colombia has a window of opportunity to generate new products, processes, and services of high value-added, based on biodiversity. This article aims to present the research gaps around the sustainable tropical bioeconomy in Colombia. It also focuses on

presenting the bases for the National Research and Innovations Center, for Bioscience and Bioindustry in Valle del Cauca Region. The research gaps found by the methodological approach of mission-oriented research were: i) Limited scientific knowledge of biodiversity useful for the bioeconomy, ii) Limited integration of the bio-based value chain, iii) Technological dependence and limited development of proprietary technologies for the transition towards the bioeconomy, iv) Limited development of markets for products and services within the framework of the bioeconomy, and v) Limited management and managerial capacity for bio-business. In conclusion, it is necessary to strengthen scientific and technological capacities to generate products, processes and services based on biodiversity, with enough volumes, quality and standardization, in response to regional needs. These would also contribute to optimizing the competitiveness of bio-industrial supply chains. As a result, by closing the gaps mentioned, it would leverage the consolidations of an innovative and differentiated world class bioindustry.

Keywords: biodiversity, bioindustry, mission-oriented research, green business.

Introducción

Orientar las acciones humanas hacia una bioeconomía se reconoce como una necesidad a nivel global (Dupont-Inglis y Borg, 2018; Lainez et al., 2018; Sanz-Hernández et al., 2019), para lograr la sustentabilidad y propiciar la renovabilidad, circularidad y multifuncionalidad a la vez que crea empleos, crecimiento y prosperidad en áreas urbanas y rurales (Dupont-Inglis y Borg, 2018; Zúniga-González et al., 2014). Igualmente, se reconoce que avanzar hacia la bioeconomía permite recuperar el equilibrio en la relación sociedad-naturaleza y cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2016).

En torno a la bioeconomía existen varias narrativas (Vivien et al., 2019), pero el concepto se atribuye a Georgescu-Roegen, quien reconoció la importancia de considerar las leyes termodinámicas en el proceso económico y conectar cuestiones institucionales, biológicas, biofísicas y sociales con la teoría económica (Georgescu-Roegen, 1971, 1977). Otras narrativas han entendido la bioeconomía como una alternativa para promover el desarrollo sostenible, a partir de: i) una economía basada en la ciencia impulsada por el empleo de la biotecnología en los procesos de producción, y ii) una economía basada en el uso de biomasa y recursos renovables (Sanz-Hernández et al., 2019; Vivien et al., 2019; Zúniga-González et al., 2022).

De acuerdo con Sanz-Hernández et al. (2019), a nivel global más de 50 países y organizaciones internacionales trabajan actualmente en estrategias y políticas para promover una transición hacia la bioeconomía. Los avances en los últimos años se reflejan en un crecimiento global de la bioindustria. Por ejemplo, a nivel global los ingresos por biotecnología aumentaron un 13% en 2015 llegando a 132,7 mil millones de dólares (Ernst y Young, 2016). Así mismo, en Estados Unidos en 2017 se produjeron más de 65.000 millones de litros de biocombustibles y 2.500 bioproductos certificados, que generaron 4 millones de empleos y representaron el 2,5% de su economía (Guo y Song, 2019).

Paralelamente, la economía mundial muestra tendencias críticas de producción y consumo responsable, con una demanda creciente de productos saludables con origen claro y optimización de la sostenibilidad ambiental. Entre tanto, la evolución de las ciencias de la vida ha tenido un ritmo acelerado de crecimiento y cambio, con tendencias hacia la convergencia interdisciplinaria y mayor velocidad entre los desarrollos científicos, su aplicación, y el impacto en la sociedad, con las exigencias que esto plantea fundamentalmente en asociatividad, colaboración intersectorial e interinstitucional y cooperación, nacional e internacional, pública y privada, en un contexto de grandes retos mundiales, nacionales y regionales, en las condiciones actuales de Colombia de reactivación económica

pospandemia Covid-19 y construcción de prosperidad y paz (Zúñiga-González, 2023).

En el caso colombiano, la Política Nacional de Crecimiento Verde (CONPES 3934) sienta las bases para una bioeconomía, que se entiende como una “Economía que gestiona eficiente y sosteniblemente la biodiversidad y la biomasa para generar nuevos productos, procesos y servicios de valor agregado, basados en el conocimiento y la innovación (Biointropic, 2018)” (Departamento Nacional de Planeación, 2018, p. 26). La política tiene como propósito impulsar a 2030 el aumento de la productividad y la competitividad económica del país, al tiempo que se asegura el uso sostenible de la riqueza natural y la inclusión social, de manera compatible con el clima. Dentro de sus líneas estratégicas esta política prioriza el impulso de la bioeconomía a partir del conocimiento de la biodiversidad, la bioprospección, la biotecnología; y la consolidación de negocios verdes para la generación de economías locales (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

Pese a que es una tendencia mundial, y que en Colombia se reconoce que existen grandes oportunidades a partir de la oferta de capital natural⁴ para el desarrollo de una bioeconomía (Departamento Nacional de Planeación, 2018; Misión Internacional de Sabios 2019, 2020), en el país es muy baja la generación de valor agregado y el desarrollo de bioproductos y servicios basados en el aprovechamiento sustentable del capital natural (Biointropic, 2017), lo que restringe la generación de ingresos y el bienestar de la sociedad. Lo anterior es palpable en el Chocó biogeográfico, que abarca en Colombia los departamentos de Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño, una de las áreas más ricas en biodiversidad por kilómetro cuadrado, dada su exuberante diversidad de plantas y animales y alto nivel de endemismo comparado con otras regiones del mundo (Losos y Leigh, 2004; Plotkin et al., 2000; Rangel et al., 2004). Sin embargo, contradictoriamente los indicadores de calidad de vida y competitividad de la región no reflejan esta riqueza (Barbary et al., 2004).

Particularmente, en el Valle del Cauca donde se reconoce un desarrollo agroindustrial interesante, que contribuye al 12,2% de las exportaciones no mineras del país, con solo el 2% del territorio nacional (Invest Pacific, 2020), se ha identificado que:

El Valle del Cauca no aprovecha ni promueve el potencial de sus recursos agroindustriales como la biomasa residual resultante, ni sus capacidades de investigación e innovación para generar una oferta de Ingredientes Naturales (IN) locales de carácter diferenciador e innovador de clase mundial, con los volúmenes, calidad y estandarización necesarios para contribuir sosteniblemente a optimizar la competitividad de las cadenas productivas de los sectores cosmética y aseo, alimentación, nutrición y salud pública en

mercados nacionales e internacionales. (Gobernación del Valle, Universidad del Valle y Corporación Biotec, 2017)

Pese a las restricciones identificadas, el Valle del Cauca tiene grandes oportunidades por su vocación agroindustrial, por lo que las estructuras de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+I) de la región enfrentan el desafío de abordar este complejo problema de investigación y definir escenarios de transición factibles que orienten la toma de decisiones para fomentar la inversión y la generación de políticas públicas para un cambio transformador hacia una bioeconomía tropical sostenible, es decir, adaptada a las características de la naturaleza y el territorio en el país, como zona tropical (Corporación Biotec, 2016).

De otro lado, la emergencia sanitaria, alimentaria y económica generada en 2020 por la pandemia por Covid-19 (WHO, 2020) ha visibilizado las restricciones, vulnerabilidad y riesgos de la región, evidenciando condiciones de inequidad, exclusión, pobreza y hambre, al tiempo que evidencia oportunidades para la agricultura, la agroindustria y la bioindustria en la región, basadas en conocimiento, investigación e innovación para su optimización, indispensables en los procesos de recuperación social y económica pospandemia (Zúniga-González, 2023). En este marco, el artículo tiene por objeto identificar las brechas de investigación en torno a la bioeconomía tropical sostenible en el contexto colombiano, y presenta las bases para el Centro Nacional de Investigación e Innovación para las Biociencias y la Bioindustria en el Valle del Cauca. La identificación de las brechas de investigación podría articularse y orientar las acciones pospandemia, para impulsar el desarrollo de bioproductos y servicios basados en el aprovechamiento sustentable del capital natural, la generación de valor agregado al tiempo que contribuye a la generación de ingresos y el bienestar de la sociedad.

Proceso de identificación de las brechas: metodología seguida

Para la identificación de las brechas de investigación, o problemáticas actuales en áreas científica, ambiental, económica y socialmente relevantes que demandan acciones inmediatas y efectivas, se empleó la estrategia de investigación orientada por misión (IOM) de Mazzucato (2018) (Figura 1). La IOM⁵ permite orientar las acciones de ciencia, tecnología e innovación (CTI) hacia áreas estratégicas definidas de común acuerdo entre los diferentes actores (públicos, privados, tercer sector) de los sectores de interés, y así atender problemas críticos (Mazzucato, 2018).

La información para la identificación de las brechas se captó a través de una búsqueda sistemática de información (Aldunce et al., 2008), según unos criterios de búsqueda predefinidos, fuentes de información y palabras clave, así:

i) Criterios de búsqueda: informes, documentos de políticas públicas, publicaciones científicas sobre bioeconomía y sus brechas de investigación en Colombia.

ii) Fuentes de información: publicaciones e informes de investigadores e instituciones que trabajan en bioeconomía en Colombia conocidas por los autores, bases de datos de investigaciones Scopus y Google Scholar.

iii) Palabras clave: factores inhabilitantes, brechas de conocimiento, brechas de investigación, vacíos de conocimiento, bioeconomía, Colombia. Los tres operadores booleanos básicos utilizados fueron Y, O y NO (AND, OR, and NOT).

Adicionalmente, se realizó una consulta a expertos en talleres participativos con diferentes actores del Estado (generadores de la política pública en bioeconomía, alcaldes, funcionarios del Ministerio de Ciencia), la bioindustria (gerentes, altos directivos, personal de investigación y desarrollo), y la academia (investigadores, profesores universitarios, directores de centros de investigación) en el marco del Proyecto Fortalecimiento de las capacidades de I+D+I para la producción de ingredientes naturales a partir de biomasa residual IN SGR CTI. La información captada en los talleres se sistematizó en una matriz de resultados incluida en una ayuda memoria (Corporación Biotec, 2020). Finalmente, a partir de las brechas identificadas y los resultados de la consulta a expertos se definieron las líneas de investigación para el Centro Nacional de Investigación e Innovación en Biociencias y Bioindustria.

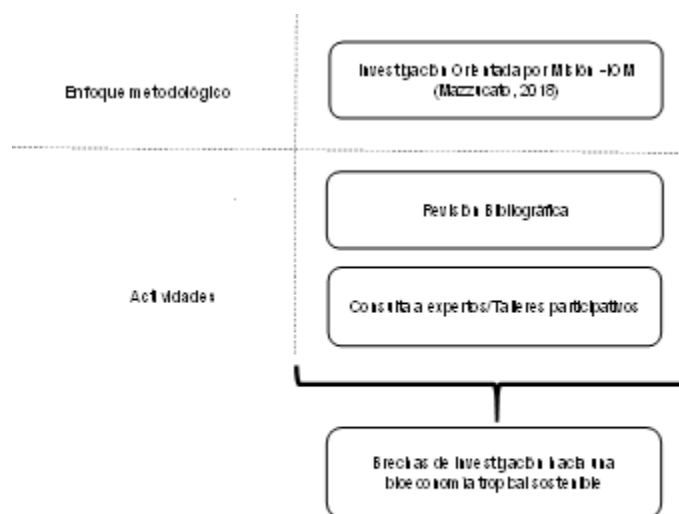


Figura 1

Proceso metodológico.

Fuente: los autores.

Resultados y discusión

Brechas de investigación hacia una bioeconomía tropical sostenible

Si bien existen importantes avances a nivel global para el desarrollo de una bioeconomía, en el contexto colombiano y particularmente en el Valle del Cauca y el Pacífico colombiano, pese a contar con una política pública orientada al crecimiento verde (CONPES 3934), los avances son limitados. En general, la política pública reconoce un bajo nivel de generación de información y conocimiento alrededor de la bioeconomía (Departamento Nacional de Planeación, 2018). Aunque Colombia posee una alta biodiversidad, en el país es muy bajo el desarrollo de bioproductos y servicios basados del aprovechamiento sustentable del capital natural, que limita la diversificación de la economía, la generación de valor agregado y la generación de nuevos empleos (Biointropic, 2017). Así mismo, en el Valle del Cauca existen importantes bionegocios como la industria del azúcar: producción de azúcar y sus derivados, alcohol carburante, energía, levadura, ácido cítrico, y producción de papel a partir de biomasa residual⁶. Se reconoce que el modelo de desarrollo agroindustrial del departamento se basa en cultivos y negocios tradicionales, cuyo proceso de diversificación está en curso, con potencial para generar mayor valor agregado.

En la segunda década del siglo XXI, pese a los esfuerzos de diferentes actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, no son claros los escenarios para una transición hacia lo que se considera debería ser de manera diferenciada una bioeconomía tropical sostenible. El Covid-19 evidenció que el modelo agroalimentario del Valle del Cauca es altamente dependiente de importaciones. Lo anterior responde a una tendencia global en la que, desde finales del siglo XX, los sistemas agroalimentarios se caracterizan por desvincular al consumidor del producto, del modo de producción y de los productores. Así mismo, por la desarticulación de los circuitos locales y regionales de alimentación, por la especialización en los monocultivos comerciales y por una política alimentaria basada en la dependencia de importaciones de alimentos básicos que favorecen la especulación y ponen en riesgo la seguridad alimentaria de las poblaciones y países marginados (De la Vega-Leinert, 2019).

De igual forma, durante la pandemia las diferentes industrias del departamento han experimentado las consecuencias negativas por la dependencia de cadenas de suministros globales. Pese a que las medidas para contener la pandemia, como el distanciamiento físico extremo y el confinamiento de la población buscando aplanar la curva epidemiológica, afectaron el desarrollo empresarial y condujeron a una reducción de las ventas e ingresos, las diferentes industrias también han experimentado la volatilidad de los mercados,

importantes fluctuaciones de la tasa representativa, una distorsión y manipulación de los mercados globales donde algunos países restringieron el comercio de ciertos productos y materiales, lo que imposibilitó o retrasó la entrega de materias primas esenciales afectando la producción local de productos estratégicos para atender la pandemia (Aday y Aday, 2020; Francis, 2020; Hayakawa y Mukunoki, 2021; Min, 2023).

La dependencia de cadenas de suministro globales puede explicarse por la limitada disponibilidad en el mercado local de alternativas de suministro de bioinsumos para las industrias relacionadas con la farmacéutica, la cosmética, la nutracéutica, el aseo, la alimentación, la nutrición y la salud pública. Adicionalmente, cuando los bioinsumos están disponibles por lo general no se consiguen en las cantidades requeridas o no cumplen con los requisitos mínimos de trazabilidad y estandarización, por lo que los empresarios del sector deben recurrir constantemente a la producción en el exterior, lo que reduce la competitividad de las empresas locales (Corporación Biotec, 2020).

Más allá de los efectos negativos de la pandemia, los actores de la bioindustria departamental experimentan la necesidad de sustituir importaciones por productos locales. No obstante, esto demanda una mayor industrialización y aprovechamiento de la biodiversidad local, integración de cadenas de abastecimientos bio, desarrollo de mercados, certificación de productos, desarrollo de infraestructura, formación de profesionales contextualizados para bioindustria, entre otros. En general, el contexto descrito para el Valle del Cauca responde a la necesidad en Colombia de orientar la oferta local en función de los criterios de la demanda, por lo que se requiere una mayor sofisticación de la bioindustria con soporte científico y la superación de factores inhabilitantes (Papell et al., 2020).

Uno de los retos a superar hacia una bioeconomía tropical sostenible es precisamente la desarticulación de las cadenas productivas en la región. Se requiere intervenir en estas cadenas, con políticas públicas e inversión pública y privada para crear “condiciones habilitantes” que faciliten la reconfiguración de cadenas de suministro que hoy, afectadas por la pandemia, muestran opciones a través de la producción local, a condición de agregar conocimiento y cumplir con las exigencias de calidad, volúmenes, precios y estándares exigidos en la producción industrial. En este contexto, a continuación, se presentan las brechas de investigación identificadas en el Valle del Cauca y el Pacífico colombiano hacia una bioeconomía tropical sostenible (Tabla 1):

- Brecha 1. Limitado conocimiento científico de la biodiversidad útil para la bioeconomía

De acuerdo con la Misión Internacional de Sabios 2019 y la política pública orientada al crecimiento verde, en Colombia existe un bajo nivel de generación de información y conocimiento alrededor de la bioeconomía, por lo que se requiere fortalecer las capacidades de

I+D+I en bioeconomía y facilitar la transferencia de conocimientos y tecnologías (Departamento Nacional de Planeación, 2018; Misión Internacional de Sabios 2019, 2020). Pese a la rica biodiversidad nacional y a la generación de gran cantidad de biomasa aprovechable en la agroindustria del Valle del Cauca, el conocimiento para su aprovechamiento bioindustrial de potenciales ingredientes naturales y compuestos bioactivos locales es limitado. Por tanto, se requiere investigación para conocer posibles aplicaciones en la industria de biocompuestos (colorantes, solventes, etc.) y una mayor articulación con la industria para la generación de prototipos viables a partir de las biociencias. Particularmente, en el Valle de Cauca existe una limitada investigación para el conocimiento de la biodiversidad y la agrobiodiversidad, así como baja divulgación de la investigación existente. Igualmente, es limitado el conocimiento de los umbrales seguros para el uso de la biodiversidad sin afectar los ecosistemas y se han implementado pocos indicadores para su evaluación. Adicionalmente, se desconocen los perfiles metabolómicos de muchas especies, existe baja disponibilidad y alto costo de insumos de acondicionamiento sostenibles para productos del sector de ingredientes naturales y son limitados los casos de efecto demostrativo de éxitos industriales basados en conocimiento desde la universidad (Corporación Biotec, 2020).

Línea de investigación requerida: Estudio de ingredientes naturales, productos y servicios para la bioeconomía a partir de la biodiversidad local y la biomasa generada en el sistema agroalimentario.

- Brecha 2. Limitada integración de la cadena de valor bio

De acuerdo con la política pública orientada al crecimiento verde, en Colombia existe una débil capacidad para el desarrollo de actividades de CTI y baja inversión en las mismas, identificándose que el sector privado realiza muy poca investigación en el ámbito empresarial (Departamento Nacional de Planeación, 2018). Por tanto, se requiere el desarrollo de dinámicas empresariales y universitarias conjuntas, que retribuyan al entorno a través de transferencia y uso del conocimiento (Misión Internacional de Sabios 2019, 2020). Así mismo, existen desarrollos no pensados para el abastecimiento de cadenas globales (Papell et al., 2020) y se requiere una integración de la cadena de valor que permita que los resultados de investigación se transfieran hacia la bioindustria y se materialicen en la producción y el abastecimiento de diferentes mercados. Esto requiere de una serie de articulaciones entre los diferentes actores de la cadena de valor, que permitan el desarrollo de productos a escala de laboratorio, la obtención de las materias primas en la cantidad y calidad requerida en campo, el escalamiento a nivel industrial y el desarrollo de la logística necesaria para llevar el producto a los consumidores. Particularmente, en el Valle de Cauca se evidencia una limitada integración de las cadenas de valor para la bioeconomía, existen limitados proyectos de investigación de base tecnológica con

alcance a escala comercial, así como una alta dispersión entre los centros de producción y de consumo, y un limitado desarrollo de producción agroindustrial con base en productos locales (Corporación Biotec, 2020).

Línea de investigación requerida: Generación de encadenamientos productivos para una bioeconomía y el desarrollo de biocadenas de valor desde la investigación hasta la producción.

- Brecha 3. Dependencia tecnológica y limitado desarrollo de tecnologías propias para la transición hacia la bioeconomía

Dentro de las brechas de competitividad identificadas en la cadena de valor de ingredientes naturales en Colombia, se reconoce que existe desconocimiento de los requerimientos técnicos de la demanda (estandarización), baja diferenciación de ingredientes naturales y desarrollos desarticulados del abastecimiento de cadenas globales (Papell et al., 2020). Así mismo, de acuerdo con la política pública orientada al crecimiento verde, en Colombia se evidencia una ausencia de lineamientos para el diseño ecoeficiente de productos en la cadena de producción y limitada infraestructura para el tratamiento de residuos y logística de recuperación de materiales (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

En general, se reconoce la necesidad de avanzar hacia un mayor desarrollo tecnológico orientado a suplir la demanda de equipos, plantas de transformación, biodigestores, y equipos adaptados al contexto local para los diferentes procesos en el marco de la bioeconomía. Particularmente, en el Valle de Cauca las prácticas de caracterización y evaluación de los productos no alcanzan los estándares internacionales de la industria, existen limitados laboratorios y altos costos para análisis especializados, existe una baja intensidad tecnológica de los procesos en la bioindustria, así como una necesidad de desarrollar metodologías alternativas para alcanzar estándares de desempeño en aplicaciones específicas de los productos naturales (ej., goma guar, almidones modificados).

También se evidencia un limitado desarrollo de paquetes tecnológicos para el uso de biomasa residual para productos de alto valor agregado en cadenas globales, una falta de decisiones estratégicas para la incorporación de tecnologías que optimicen los servicios ecosistémicos involucrados en la generación de nuevos productos, y el desarrollo de tecnologías alternativas para el aprovechamiento de los recursos ecosistémicos locales para la provisión de servicios básicos (ej., energías alternativas locales). Igualmente, se identifica una limitada coherencia tecnológica en los diversos componentes de la cadena de producción y bajo desarrollo de tecnologías propias para la gestión ambiental (Corporación Biotec, 2020).

Línea de investigación requerida: Diseño, desarrollo y adaptación de tecnologías para la bioeconomía tropical sustentable.

- Brecha 4. Limitado desarrollo de mercados para productos y servicios en el marco de la bioeconomía

De acuerdo con la política pública orientada al crecimiento verde, la CTI permite la aplicación de conocimiento y tecnología para crear nuevos modelos de negocios innovadores que valorizan los mercados. No obstante, en Colombia existen mercados locales poco desarrollados para los productos y servicios de la bioeconomía, y se identifica la necesidad de construir un portafolio nacional de bioproductos y desarrollar su mercado para mejorar la competitividad en sectores relacionados con la bioeconomía (Departamento Nacional de Planeación, 2018). Adicionalmente, en la oferta nacional de la bioindustria existe una baja diversificación y diferenciación de ingredientes naturales. También se ha identificado que la bioindustria nacional dispone de escasa información de mercado y de sus productos, y que los equipos comerciales de la bioindustria nacional tienen dificultades para interactuar con clientes sofisticados (Papell et al., 2020).

A nivel internacional existen demandas por una alta sofisticación de los mercados y se presentan nuevas tendencias hacia: la transparencia, etiquetado limpio y claro; reducciones saludables, especialmente de sal, azúcar, grasas y calorías; indulgencia, saludable pero agradable, en texturas y sabores; alimentos “libres de”, especialmente libres de gluten y alérgenos; alternativas a productos lácteos; proteínas de origen vegetal alternativas a la carne animal; productos, sabores y especies de origen vegetal; productos orgánicos, entre otros (Sánchez, 2019). Particularmente, en el Valle de Cauca para la bioindustria existen unas altas barreras de entrada a mercados internacionales en función de estándares, criterios de calidad en procesos y producción (ej., índice de carbono renovable, etc.). Así mismo, se demandan estudios de mercado e inteligencia competitiva para nuevos productos de alto valor agregado y su viabilización en la región, como una alternativa frente a los mercados ilegales en el territorio (Corporación Biotec, 2020).

Línea de investigación requerida: Desarrollo de mercados y posicionamiento de productos y servicios para el impulso de la bioeconomía nacional.

- Brecha 5. Limitada capacidad de gestión y gerencia de bionegocios

Para el avance de la bioeconomía se requiere una transferencia versátil y ágil de los resultados de CTI a los mercados, que debe estar respaldada por modelos innovadores de formación y educación, junto con una protección de la Propiedad Intelectual impulsada por la comercialización (Misión Internacional de Sabios 2019, 2020). Por tanto, entre las competencias necesarias se requiere una mayor capacidad de gestión y gerencia de la bioeconomía con una visión de largo plazo. Así mismo, la transición hacia la bioeconomía implica cambios profundos en el mercado laboral, que pueden generar nuevas oportunidades laborales y demandar nuevas competencias del capital humano (Departamento Nacional de Planeación, 2018). Así mismo,

a nivel internacional se reconoce que la escasez de capital humano es una de las principales limitantes para la sofisticación y diversificación hacia el crecimiento verde (Hausmann y Rodrik, 2006).

Particularmente, en el Valle de Cauca se evidencia un bajo nivel de articulación de la infraestructura y los recursos humanos existentes, una limitada formación de capacidades para el conocimiento y valoración de la biodiversidad y el capital natural, bajo conocimiento en propiedad industrial, de la normatividad para el acceso a recursos genéticos, y se identifica una necesidad de formación de profesionales con capacidad de entender problemas desde una aproximación interdisciplinaria. Igualmente, se identifica la necesidad de desarrollar una cultura de trabajo colaborativo y confianza para superar temores de la industria y otros actores para inversiones colaborativas desde la academia (Corporación Biotec, 2020).

Línea de investigación requerida: Generación de capacidades de gestión y gerencia de bionegocios.

Brecha	Línea de investigación
1. Limitado conocimiento científico de la biodiversidad útil para la bioeconomía	Estudio de ingredientes naturales, productos y servicios para la bioeconomía a partir de la biodiversidad local y la biomasa generada en el sistema agroalimentario
2. Limitada integración de la cadena de valor bio	Generación de encadenamientos productivos para una bioeconomía y el desarrollo de biocadenas de valor desde la investigación hasta la producción
3. Dependencia tecnológica y limitado desarrollo de tecnologías propias para la transición hacia la bioeconomía	Diseño, desarrollo y adaptación de tecnologías para la bioeconomía tropical sustentable
4. Limitado desarrollo de mercados para productos y servicios en el marco de la bioeconomía	Desarrollo de mercados y posicionamiento de productos y servicios para el impulso de la bioeconomía nacional
5. Limitada capacidad de gestión y gerencia para la bioeconomía	Generación de capacidades de gestión y gerencia para la bioeconomía

Tabla 1.

Brechas y líneas de investigación identificadas

Fuente: los autores.

La necesidad de fortalecer las capacidades de I+D+I en bioeconomía

Lograr una mayor sofisticación de la bioindustria con soporte científico, la superación de los factores inhabilitantes y el cierre de las brechas identificadas, solo será posible con el liderazgo de los actores de CTI, que permita sentar las bases científicas y crear los escenarios para la transición hacia la bioeconomía tropical sostenible. Así mismo, solo será posible con la articulación e integración de los diferentes actores de la cadena de valor que permitan que los resultados de CTI se transfieran y se materialicen en la producción

bioindustrial y en sus beneficios en la comunidad (e.g., ver el caso de los senderos productivos de Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua en Toruño et al., 2022). Se requiere por tanto el fortalecimiento de las estructuras de CTI a través de la generación de capacidades locales con un enfoque proactivo, para que estas estructuras estén en capacidad de dar respuesta oportuna a eventos adversos como la pandemia, terremotos o cualquier amenaza, y contribuir al desarrollo empresarial (Angelelli et al., 2020) y la calidad de vida de la sociedad.

De acuerdo con la Misión Internacional de Sabios 2019, si bien en Colombia se cuenta con una tradición importante en el desarrollo de centros e institutos de investigación, y existen casos de éxito, muchos de los centros tienen impedimentos para un funcionamiento ágil, presentan una situación financiera precaria, algunos han desaparecido y otros han cumplido parcialmente su misión. Así mismo, los centros de investigación necesarios para apoyar a la empresa colombiana para mejorar su productividad y competitividad prácticamente no existen; por lo que se requiere un gran esfuerzo para crear nuevos o para acercar algunos de los existentes a esta función (Misión Internacional de Sabios 2019, 2020). Lo anterior se articula con una de las líneas estratégicas de la política pública orientada al crecimiento verde (CONPES 3934), que plantea la necesidad de fortalecer las capacidades de I+D+I en bioeconomía y facilitar la transferencia de conocimientos y tecnologías (Departamento Nacional de Planeación, 2018). De esta forma, el concurso de la CTI podrá aportar para la producción local de materias primas, productos y servicios para la bioeconomía, lo que representan una gran oportunidad para la generación de empleos intensivos en conocimiento y para el desarrollo de una bioeconomía tropical sustentable y sostenible en el Valle del Cauca.

En este contexto y a partir de las brechas identificadas, es relevante y se justifica como una estrategia hacia la bioeconomía tropical sostenible la creación del Centro Nacional de Investigación e Innovación en Biociencias y Bioindustria adscrito a la Universidad del Valle sede Palmira, en alianza con otras organizaciones y actores relevantes, que permita articular los diferentes actores y propiciar el avance de la frontera del conocimiento en articulación con la bioindustria, con el objetivo de contribuir a la implementación de una bioeconomía tropical sostenible y sustentable en el Valle del Cauca y el Pacífico colombiano, para la superación de brechas y barreras sociales, regulatorias, financieras, de mercado, entre otras. Los siguientes son los objetivos específicos del Centro:

- Contribuir al conocimiento científico y la conservación de la biodiversidad local y agroalimentaria base para la bioeconomía del Valle del Cauca y el Pacífico colombiano.
- Facilitar, como instrumento científico y tecnológico, los encadenamientos productivos y la articulación de los diferentes

actores del sector académico, gubernamental, empresarial y de la sociedad civil que permitan que la investigación se transfiera y se materialice en la producción bio.

- Generar desarrollos científicos y tecnológicos que contribuyan al cumplimiento de los requerimientos ambientales, sociales y de mercado de la bioindustria en el Valle del Cauca y el Pacífico colombiano.
- Propiciar el desarrollo de mercados y el posicionamiento de productos y servicios para el impulso de la bioeconomía nacional.
- Generar capacidades de gestión y gerencia de bionegocios.

La propuesta del Centro retoma experiencias de iniciativas y desarrollos en el Valle del Cauca y el Pacífico colombiano, como son el Cluster Bioindustrial del Occidente Colombiano —CBOC— (Gutiérrez et al., 2005), la Estrategia Biorregión Valle del Cauca (Sánchez, 2006), el Sistema Regional de Innovación Bio —SRIB— (Sánchez, 2013) y articula ofertas y demandas de formación investigación y servicios en las cadenas productivas bio del departamento y la región. Adicionalmente, reconociendo a la investigación como una inversión y no simplemente como un gasto (Corporación Biotec, 2016), se hace necesario considerar el retorno a la inversión en investigación. Retorno social, ambiental, económico y financiero. Con este principio, se identifican posibles beneficios, beneficiarios y productos esperados del Centro, en el corto, mediano y largo plazo. De esta manera, se facilitará acordar y establecer indicadores para el monitoreo, seguimiento y evaluación de los resultados del Centro por parte de los actores vinculados, en la articulación Universidad-Empresa-Estado-Comunidad que inspira el Centro (Tabla 2).

Así mismo, algunas políticas institucionales de la Universidad del Valle como el avance en el fortalecimiento del sistema de regionalización y en la ampliación de la cobertura a nivel de posgrado, son un soporte adecuado para la creación del Centro. La creación del Centro adscrito a la Universidad del Valle seccional Palmira es pertinente, a partir del direccionamiento estratégico de la Universidad del Valle que propone que el foco en la investigación en la sede se centre en los temas bio, lo que ha permitido avanzar en la estructuración de una agenda científica interdisciplinaria en este campo, así como el desarrollo de infraestructura y la articulación con otros actores relevantes.

Para la constitución del Centro Nacional de Investigación e Innovación en Biociencias y Bioindustria en la Universidad del Valle, se considera fundamental el abordaje interdisciplinario/transdisciplinario de las líneas de investigación y la articulación con otras instituciones académicas, empresas y otros aliados clave de la bioeconomía nacional. De acuerdo con Misión Internacional de Sabios 2019 (2020), este espíritu responde a una tendencia mundial de conformar institucionalidades diferentes, en muchos casos

heterodoxas, con socios diversos, diferentes disciplinas y modelos organizativos, que no necesariamente encajan en una definición de Centro preconcebida en la clasificación de Minciencias u otras disposiciones universitarias. En este sentido, se requieren ajustes organizacionales para garantizar que en la Universidad se reconozcan formas organizativas diversas que pueden articularse con socios o aliados de diferentes sectores. En este aspecto, Misión Internacional de Sabios 2019 (2020) da algunas luces:

La heterogeneidad institucional no es un problema; por el contrario, es una muestra de agilidad y de versatilidad en la respuesta a retos que requieren acciones prontas en un mundo globalizado y altamente competitivo. Los apoyos deben adaptarse a las instituciones y no —como hoy sucede en gran medida— que estas deban forzarse a encajar con definiciones hechas a priori y en ocasiones sin suficiente ilustración o experiencia. (p. 116)

Finalmente, es necesario mencionar que fortalecer las capacidades de I+D+I para bioeconomía también se asocia con lograr los mecanismos adecuados de financiación de mediano y largo plazo y al fortalecimiento organizacional. Lo anterior, representa retos organizacionales a nivel de los centros e institutos de investigación para: i) Buscar mecanismos flexibles para cubrir sus gastos operacionales, por ejemplo, mediante una financiación básica de los gastos operativos, y a través de proyectos y articulación con la industria para el resto de la operación; ii) La integración transversal de institutos y centros de carácter público para compartir en red experiencias, recursos, complementar sus agendas y potenciar sus aportes al desarrollo de la CTI; y iii) Una gestión administrativa más eficiente de los centros de carácter público orientada por el derecho privado, para que no se limiten los avances científicos (Misión Internacional de Sabios 2019, 2020).

Beneficios	Beneficiarios	Resultados esperados	Impactos relacionados
Articulación de la formación, investigación y servicios para el fortalecimiento de la bioindustria y la transición hacia una bioeconomía	- Actores de las cadenas productivas a nivel de la agricultura y la bioindustria. - Estudiantes de pregrado y posgrado formados en temas relevantes para la región. - Grupos de investigación e investigadores.	- Proyectos de investigación, desarrollo e innovación en articulación con socios y aliados de cadenas productivas priorizadas. - Formación de doctores, magísteres y estudiantes de pregrado en torno a la bioeconomía. - Publicaciones científicas y productos de propiedad industrial. - Orientación de políticas públicas. - Investigación y desarrollos tecnológicos contextualizados.	- Incremento del índice de innovación departamental. - Crecimiento de indicadores de competitividad de la región. - Referente de conocimiento para los actores regionales de la bioeconomía.
Transferencia de resultados del centro a las cadenas productivas bio	- Actores de las cadenas productivas a nivel de la agricultura y la bioindustria. - Empresarios de las cadenas productivas.	- Licencias para aprovechamiento de productos/procesos bajo acuerdos de propiedad industrial. - Alianzas con actores para el desarrollo de empresas derivadas de investigación o <i>spin-off</i>.	- Articulación Universidad-Empresa-Estado-Comunidad fortalecida. - Generación de negocios fortalecida, operando. - Indicadores de empleo intensivo en conocimiento incrementados.
			- Indicadores de seguridad alimentaria y nutricional optimizados en la región. - Reducción de los indicadores de desnutrición en la región.
Canalizar y apoyar la utilización de los resultados del proyecto IN SGR CTI y aprovechar las lecciones aprendidas en este proyecto	- Actores de las cadenas productivas a nivel de la agricultura y la bioindustria. - Grupos de investigación e investigadores.	- Licencias y acuerdos para el aprovechamiento de productos y procesos bajo contratos de propiedad industrial. - Difusión de lecciones aprendidas.	- Referente de conocimiento para los actores regionales de la bioeconomía. - Articulación Universidad-Empresa-Estado-Comunidad fortalecida. - Bionegocios como alto porcentaje del crecimiento de la región.
Promover y liderar transferencia de capacidades y experiencias entre las diversas regiones del Pacífico colombiano con menor desarrollo relativo en CTI y la articulación de las cadenas productivas	- Actores de las cadenas productivas a nivel de la agricultura y la bioindustria. - Universidades, grupos de investigación e investigadores. - Entes territoriales.	- Transferencia de capacidades y experiencias en CTI. - Difusión de lecciones aprendidas.	- Articulación Universidad-Empresa-Estado-Comunidad fortalecida. - Bionegocios como alto porcentaje del crecimiento de la región. - Empleo bio generado en la región. - Indicadores de seguridad alimentaria y nutricional optimizados en la región.
			- Indicadores de seguridad alimentaria y nutricional optimizados en la región. - Reducción de los indicadores de desnutrición en la región.
Contribución a la reactivación económica pospandemia	- Actores de las cadenas productivas a nivel de la agricultura y la bioindustria. - Empresarios de las cadenas productivas. - Entes territoriales.	- Proyectos en articulación con socios y aliados de cadenas productivas. - Generación de estudios y lineamientos para la reactivación económica.	- Articulación Universidad-Empresa-Estado-Comunidad fortalecida. - Generación de negocios fortalecida, operando. - Generación de empleo incrementado. - Indicadores de seguridad alimentaria y nutricional optimizados en la región. - Reducción de los indicadores de desnutrición en la región.
Crecimiento del tejido empresarial bio en el	Actores de las cadenas productivas a nivel de la	Licencias y acuerdos para el aprovechamiento de productos y	Incremento de los indicadores de calidad de vida en el Valle del

Tabla 2.

Posibles beneficiarios, beneficios y resultados esperados e indicando impactos del centro de investigación

Fuente: los autores.

Conclusiones

En Colombia existe un contexto institucional favorable para el desarrollo de la bioeconomía a partir del planteamiento de la Política Nacional de Crecimiento Verde orientada a la transición hacia una bioeconomía para el desarrollo, o el reconocimiento de la biodiversidad como un capital estratégico para el país. No obstante, en esta investigación se identificaron cinco brechas de investigación, o problemáticas actuales que demandan acciones inmediatas y efectivas para avanzar hacia una bioeconomía tropical sostenible: i) Limitado conocimiento científico de la biodiversidad útil para la bioeconomía; ii) Limitada integración de la cadena de valor bio; iii) Dependencia tecnológica y limitado desarrollo de tecnologías propias para la transición hacia la bioeconomía; iv) Limitado desarrollo de mercados para productos y servicios en el marco de la bioeconomía; y v) Limitada capacidad de gestión y gerencia de bionegocios.

La superación de las brechas no es una tarea menor y requiere de múltiples intervenciones. No obstante, se reconoce el fortalecimiento de las capacidades de I+D+I en bioeconomía como una estrategia para superarlas. Para Colombia, y en particular para el Valle del Cauca y la región pacífica, la generación de nuevos productos, procesos y servicios de alto valor agregado y sofisticación a partir de la biodiversidad en el marco de una bioeconomía tropical sostenible, constituye una ventana de oportunidad. Sin embargo, se evidencia la necesidad de fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas que respalden, con conocimiento de frontera y diálogo de saberes, el aprovechamiento del capital natural, de los recursos agroindustriales y de las capacidades de CTI existentes, para generar ofertas de carácter diferenciador e innovador, de clase mundial, con los volúmenes, calidad y estandarización necesarios, para responder a las necesidades regionales y contribuir sosteniblemente a optimizar la competitividad de las cadenas de abastecimiento, con fines de alimentación, nutrición, salud, materiales e industrias de alto valor agregado como cosmética y farmacia.

Potencial conflicto de intereses

Los autores declaramos no tener conflicto de intereses reales o potenciales sobre la investigación o los resultados logrados.

Fuentes de financiación

Proyecto Fortalecimiento de las capacidades de I+D+i para la producción de ingredientes naturales a partir de biomasa residual, Palmira, Valle del Cauca, Occidente. Sistema General de Regalías -CTI.

Los autores agradecen a los diferentes actores del Estado, la bioindustria, y la academia que participaron en los talleres de identificación de brechas.

Referencias

- Aday, S. y Aday, M. S. (2020). Impact of COVID-19 on the food supply chain. *Food Quality and Safety*, 4(4), 167-180. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyaa024>
- Aldunce, P., Carvajal, Y., León, A., Neri, C., Quintero-Angel, M. y Soza, S. (2008). *Sistematización de las políticas y estrategias de adaptación nacional e internacional al cambio climático del sector silvoagropecuario y de los recursos hídricos y edáficos. Informe Final*. Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/publica/Estudio_adaptacion_cambio_climatico.pdf
- Angelelli, P., Hennessey, M., Henriquez, P., Benavente, J. M., Radaelli, V., Sasso, S., Anta, R., Crespi, G., Navarro, J. C. y Vargas, F. (2020). *Respuestas al COVID-19 desde la ciencia, la innovación y el desarrollo productivo*. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0002347>
- Barbary, O., Ramírez, H. F., Urrea, F. y Viáfara, C. (2004). Perfiles contemporáneos de la población afrocolombiana. En O. Barbary y F. Urrea (Eds.), *Gente negra en Colombia: Dinámicas sociopolíticas en Cali y el Pacífico* (pp. 69-112). CIDSE, IRD, COLCIENCIAS.
- Biointropic. (2017). *Estudio sobre bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia. Fase I. Criterios e identificación de los sectores de bioeconomía para Colombia*. <http://biointropic.com/finalizado-el-estudio-de-bioeconomia/>
- Corporación Biotec. (2016). Plan de desarrollo 2016-2021-2026. <https://corporacionbiotec.org/>
- Corporación Biotec. (2020). Ayuda Memoria - TALLER programa y agenda de I+I+I. Proyecto Fortalecimiento de las capacidades de I+D+i para la producción de ingredientes naturales a partir de biomasa residual, Palmira, Valle del Cauca, Occidente. Sistema General de Regalías - CTI.
- De la Vega-Leinert, A. C. (2019). Ciudades y consumo de bienes agrícolas. Transformaciones del consumo alimentario en el contexto de cambios en el comercio agrícola y las cadenas comerciales. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 34(1), 213-219.
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Documento CONPES 3934. Política de Crecimiento Verde*. Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3934.pdf>

- Dupont-Inglis, J. y Borg, A. (2018). Destination bioeconomy – The path towards a smarter, more sustainable future. *New Biotechnology*, 40, 140-143. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.05.010>
- Ernst y Young. (2016). Biotechnology Report 2016. Beyond borders Returning to Earth. [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-beyond-borders-2016/\\$FILE/EY-beyond-borders-2016.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-beyond-borders-2016/$FILE/EY-beyond-borders-2016.pdf)
- Francis, J. R. (2020). COVID-19: Implications for Supply Chain Management. *Frontiers of Health Services Management*, 37(1), 33-38. <https://n9.cl/o5qk5>
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The entropy law and the economic process*. Harvard University Press.
- Georgescu-Roegen, N. (1977). Inequality, Limits and Growth from a Bioeconomic Viewpoint. *Review of Social Economy*, 35(3), 361-375. <https://doi.org/10.1080/00346767700000041>
- Gobernación del Valle, Universidad del Valle y Corporación Biotec. (2017). Documento técnico del Proyecto: “Fortalecimiento de las capacidades de I+D+i para la producción de Ingredientes Naturales a partir de biomasa residual, Palmira, Valle del Cauca, Occidente” SGR-CTI.
- Guo, M. y Song, W. (2019). The growing U.S. bioeconomy: Drivers, development and constraints. *New Biotechnology*, 49, 48-57. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nbt.2018.08.005>
- Gutiérrez, V., Sánchez, M., Piñeres, J. y Yoshioka, A. (2005). Diseño de un sistema de monitoreo para el cluster bioindustrial del occidente colombiano. *Cuadernos de Administración*, 18(30), 193-220. https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuadernos_admon/article/view/5252
- Hausmann, R. y Rodrik, D. (2006). *Doomed to choose: industrial policy as predicament*. John F. Kennedy School of Government
- Hayakawa, K. y Mukunoki, H. (2021). Impacts of COVID-19 on Global Value Chains. *The Developing Economies*, 59(2), 154-177. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/deve.12275>
- Invest Pacific. (2020). Valle del Cauca, Colombia: An Opportunity to Invest in Natural Ingredients for the Cosmetic Industry. <https://www.investpacific.org/cosmetica-cuidado-personal-y-del-hogar/>
- Lainez, M., González, J. M., Aguilar, A. y Vela, C. (2018). Spanish strategy on bioeconomy: Towards a knowledge based sustainable innovation. *New Biotechnology*, 40, 87-95. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.05.006>
- Losos, E. y Leigh, E. G. (2004). *Tropical forest diversity and dynamism. Findings from a large-scale plot network*. University of Chicago Press.

- Mazzucato, M. (2018). *Missions: Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union. A problem-solving approach to fuel innovation-led growth*. European Commission. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/mazzucato_report_2018.pdf
- Min, H. (2023). Assessing the impact of a COVID-19 pandemic on supply chain transformation: an exploratory analysis. *Benchmarking: An International Journal*, 30(6), 1765-1781. <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2022-0260>
- Misión Internacional de Sabios 2019. (2020). *Colombia hacia una sociedad del conocimiento. Reflexiones y Propuestas*. Vicepresidencia de la República de Colombia y Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/ebook-_colombia_hacia_una_sociedad_del_conocimiento.pdf
- Papell, M., Medina, F. y Domínguez, J. (2020). Construcción de plan de acción para el cierre de brechas de competitividad de la cadena de valor de ingredientes Naturales para cosméticos. Cluster Development. Presentación corporativa.
- Plotkin, J. B., Potts, M. D., Yu, D. W., Bunyavejchewin, S., Condit, R., Foster, R., Hubbell, S., LaFrankie, J., Manokaran, N., Seng, L. H., Sukumar, R., Nowak, M. A. y Ashton, P. S. (2000). Predicting species diversity in tropical forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(20), 10850-10854. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.20.10850>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2016). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Rangel, J. O., Aguilar, M., Sanchez, H. y Lowy, P. (2004). Región Costa Pacífica. En J. O. Rangel-Ch (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica I* (pp. 121-139). Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia-Inderena.
- Sánchez, M. (2006). Bioregión Valle del Cauca: una estrategia de desarrollo regional de base tecnológica. En *IV Conideas-Conocimiento, Innovación y Creación de Empresas*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Sánchez, M. (2013). *Sistema regional de innovación de la biotecnología para la agricultura, la agroindustria y la bioindustria del occidente colombiano-SRIB. Entornos favorables para la competitividad y la prosperidad de la Bioregión Valle del Cauca*. Corporación Biotec.
- Sánchez, M. (2019). *Informe Misión internacional a Francia 2019*. Proyecto Fortalecimiento de las capacidades de I+D+i para la producción de

ingredientes naturales a partir de biomasa residual, Palmira, Valle del Cauca, Occidente. Sistema General de Regalías - CTI.

- Sanz-Hernández, A., Esteban, E. y Garrido, P. (2019). Transition to a bioeconomy: Perspectives from social sciences. *Journal of Cleaner Production*, 224, 107-119. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.168>
- Toruño, P. J., Zúniga-González, C. A., Castellón, J. D., Hernández-Rueda, M. J. y Gutiérrez-Espinoza, E. I. (2022). Identificación de los Senderos productivos de la Bioeconomía en Universidades del CNU y sector agropecuario. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.*, 8(16 SE-Artículos de revisión), 1929-1946. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v8i16.15016>
- Vivien, F.-D., Nieddu, M., Befort, N., Debref, R. y Giampietro, M. (2019). The Hijacking of the Bioeconomy. *Ecological Economics*, 159, 189-197. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.01.027>
- WHO. (2020). *WHO Director-General's opening remarks at the Mission briefing on COVID-19 - 12 March 2020*. <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-mission-briefing-on-covid-19---12-march-2020>
- Zúniga-González, C. A. (2023). TFP Bioeconomy Impact post Covid-19 on the agricultural economy. *PLOS ONE*, 18(11), e0288885. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288885>
- Zúniga-González, C. A., Durán, O., Dios, R., Sol, A., Guzman, M. A., Quiros, O. y Montoya, G. de J. (2014). *Estado del arte de la bioeconomía y el cambio climático*. REBICAMCLI. <https://doi.org/https://doi.org/10.22004/ag.econ.168356>
- Zúniga-González, C. A., López, M. R., Icabaceta, J. L., Vivas-Viachica, E. A. y Blanco-Orozco, N. V. (2022). Epistemología de la Bioeconomía. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.*, 8(15 SE-Artículos de revision), 1786–1796. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v8i15.13986>

Notas

4

La Política Nacional de Crecimiento Verde (CONPES 3934) reconoce que la oferta del capital natural de Colombia abarca más de 62.829 especies registradas, 24,8 millones de hectáreas con aptitud forestal y un potencial eólico de 29.500 megavatios (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

5

Esta estrategia fue empleada por la Misión Internacional de Sabios 2019 y se propone para el avance de la CTI del país bajo el enfoque de retos, con la participación de múltiples actores y desde la articulación académica interdisciplinaria e intersectorial (Misión Internacional de Sabios 2019, 2020).

6

Ver otras iniciativas en la Plataforma Clúster de la Cámara de Comercio de Cali: <https://www.ccc.org.co/landing/plataforma-cluster/>

Notas de autor

- * Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=yO2STRgAAAAJ&hl=es&authuser=1&oi=ao>
- ** Google Scholar: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Myriam+S%C3%A1nchez+Mej%C3%ADa&btnG=
- *** Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=JMia4fsAAAAJ&hl=es&authuser=1&oi=ao>

Información adicional

Para citar este artículo:: Quintero-Angel, M., Sánchez-Mejía, M. y Escobar-Jaramillo, L. A. (2023). Hacia una bioeconomía tropical sostenible en el suroccidente colombiano: brechas de investigación. Luna Azul, 56, 78-98. <https://doi.org/10.17151/luaz.2023.56.6>



Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321778922006>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la
academia

Mauricio Quintero-Angel, Myriam Sánchez-Mejía,
Luis A. Escobar-Jaramillo

**Hacia una bioeconomía tropical sostenible en el
suroccidente colombiano: brechas de investigación**
**Towards a sustainable tropical bioeconomy in Colombia
south-west: research gaps**

Revista Luna Azul
núm. 56, p. 78 - 98, 2023
Universidad de Caldas, Colombia
revista.lunazul@ucaldas.edu.co

ISSN-E: 1909-2474

DOI: <https://doi.org/10.17151/luaz.2023.56.6>



CC BY 4.0 LEGAL CODE

Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.