

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
ESCUELA DE RELACIONES INTERNACIONALES

BIOECONOMÍA DESDE LAS RELACIONES INTERNACIONALES: OPORTUNIDADES Y
DESAFÍOS EN LAS POLÍTICAS COMERCIALES BIOECONÓMICAS DE COSTA RICA
COMO RESPUESTA A LA CRISIS CLIMÁTICA

CELESTINA BRENES PORRAS

PROPUESTA DE TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN EN MODALIDAD DE TESIS
PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA EN RELACIONES
INTERNACIONALES CON ÉNFASIS EN POLÍTICA COMERCIAL

HEREDIA

ENERO

2024

Dedicatoria

A mami y tita, quienes me ayudaron a construir las alas para volar con libertad propia y me enseñaron que es posible trabajar por un mundo mejor, donde nadie se quede por fuera. Para ambas, esta tesis.

Trabajo Final de Graduación

BIOECONOMÍA DESDE LAS RELACIONES INTERNACIONALES: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS EN LAS POLÍTICAS COMERCIALES BIOECONÓMICAS DE COSTA RICA COMO RESPUESTA A LA CRISIS CLIMÁTICA

Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Relaciones Internacionales con énfasis
en política comercial

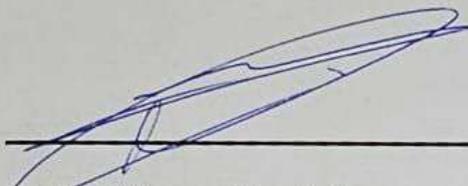
Postulante

CELESTINA BRENES PORRAS

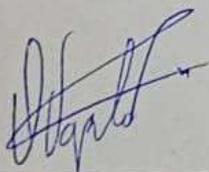
MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR



Ph.D Gerardo Jiménez Porras
Representante de la Decanatura
Facultad de Ciencias Sociales



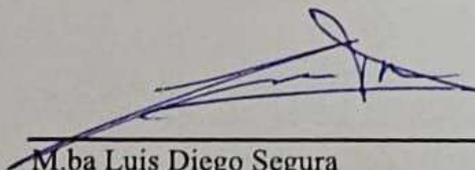
Dr. Raúl Fonseca Hernández
Representante de la Unidad Académica
Escuela de Relaciones Internacionales



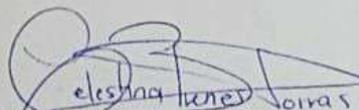
Ph.D Oscar Ugalde Hernández
Tutor



M.Sc. María Fernanda Morales
Lectora



M.ba Luis Diego Segura
Lector



Bach. Celestina Brenes Porras
Sustentante

23 de abril de 2024

Resumen

En los últimos años, la mirada de distintos países se ha girado hacia la bioeconomía, pues esta cuenta con gran potencial como instrumento contra la crisis climática que enfrenta el mundo. Es innegable que dicha crisis constituye una amenaza para la seguridad internacional. A pesar de esto, muchos Estados continúan sin prestar atención a este tópico que crece cada día más. A la luz de esto, la presente investigación tiene como propósito principal indagar en las posibilidades con las que cuenta Costa Rica para articular acciones de política comercial que garanticen una mejora en las condiciones del mercado nacional bioeconómico. Este trabajo no solo pretende contribuir al estudio de la bioeconomía y su desarrollo en los Estados, sino también ser un insumo para investigadores futuros que se interesen por esta temática.

Para lograr esto, se propone que el tema de la bioeconomía sea asumido desde la óptica de las Relaciones Internacionales con énfasis en la Política Comercial, pues esta le brinda a Costa Rica un sinnúmero de oportunidades para mejorar sus relaciones comerciales a nivel internacional y potenciar el mercado interno de la bioeconomía. A su vez, brinda lecciones aprendidas de otros Estados para robustecerlas y ponerlas en práctica en el país. En este sentido, este estudio constituye un abordaje innovador. Además, la Política Comercial permite la interdisciplinariedad, por lo que se muestra cómo la crisis climática es un agente potenciador de problemáticas en distintos ámbitos. Esto constituye un elemento de interés para la seguridad internacional, la cual afecta directamente los tópicos relacionados a la Política Comercial de los Estados alrededor del mundo.

Así las cosas, el objetivo general de la investigación es encontrar estrategias de política comercial en bioeconomía que pueden ser aplicadas a Costa Rica para potenciar el mercado nacional de la bioeconomía en respuesta a la crisis climática, adaptando casos éxito a nivel internacional documentados entre el 2010 al 2020. Este objetivo, a su vez, cuenta con cuatro objetivos específicos, los cuales responden a cada uno de los capítulos de la tesis.

Dicho esto, este trabajo se ha dividido en siete partes. En el primer capítulo, se explican las bases teórico-metodológicas de la investigación. En el segundo, se estudian distintas políticas comerciales y su relación con la crisis climática y la seguridad internacional. En el tercero, se explora el trato que se le ha dado a la bioeconomía en tres países suramericanos (Argentina, Brasil y Colombia), la Unión Europea y los Estados Unidos. En el cuarto, se estudia el desarrollo de la bioeconomía en Costa Rica. En el quinto, se hace un breve repaso del impacto de la bioeconomía

en la crisis climática. En el sexto, se presentan las conclusiones y hallazgos más importantes que ha arrojado la investigación realizada y finalmente, en la séptima se encuentran recomendaciones para el Estado costarricense. Cabe anotar que, a lo largo del trabajo, aparte de la producción académica propia, se presentan tablas, ilustraciones y gráficos, que, en conjunto, facilitan al lector la comprensión del tema.

Descriptores

Comercio Internacional

Relaciones Internacionales

Seguridad Internacional

Crisis climática

Argentina

Colombia

Costa Rica

Estados Unidos

Unión Europea

Agradecimientos

A mi tutor, Oscar Ugalde, por la guía y el apoyo durante este proceso. Por decir que sí desde el primer día a una temática nueva y retadora, y por su genuino interés en verme culminar este proceso.

A mi lectores, María Fernanda Morales, por impulsarme y asesorarme desde el inicio y también brindarme palabras de apoyo en momentos de estrés, y Luis Diego Segura, por encender en mí el interés por la medición y los datos, así como apoyarme para culminar este trabajo.

A mis amistades, quienes me apoyaron cuando pensé que el tiempo corría en mi contra. En esos momentos, estuvieron ahí para brindarme su calidez, acompañamiento y fuerza. Por no soltarme e impulsarme siempre, gracias.

A mi equipo de trabajo, que me acogió en el apasionante mundo de la bioeconomía en las Relaciones Internacionales. A mi estimado jefe, Hugo Chavarría, que no solo me sugirió contactos para hacer las entrevistas, sino que me puso en contacto con los principales referentes en la temática. A los entrevistados, don Pedro Rocha y a Agustín Torroba, quien también se tomó el tiempo de enseñarme a hacer ecuaciones lineales. A mis demás compañeros, por siempre permitirme aprender de ellos.

A todas las personas que entrevisté, especialmente a Nazareth Porras, Oficial de Proyectos de la Delegación de la Unión Europea; Orlando Vega, Viceministro de Ciencia, Tecnología e Innovación; Abigail Napsusiale, directora de *Kirshner Impact Foundation*; Justus Wesseler, presidente electo del *International Consortium on Applied Bioeconomy Research* (ICABR); Carola Melina, gerente de Alianzas Estratégicas del Hub de Biomateriales; Ana Francis Carballo, investigadora de la Escuela de Química y UNA-Bioeconomía de la Universidad Nacional; y Adriana Campos, especialista en comercio internacional.

A mi queridísimo novio, por estar conmigo en todo momento, desde leyendo el reglamento hasta revisando las observaciones del Comité. Gracias por tu invaluable apoyo.

A toda mi familia, mil gracias.

Índice de Contenidos

Capítulo I. Aspectos teóricos y metodológicos	10
I. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	10
II. JUSTIFICACIÓN.....	10
III. PLANTEAMIENTO DE UN PROBLEMA ORIGINAL DEL ÁMBITO PROPIO DE LA DISCIPLINA.....	13
IV. MARCO TEÓRICO-EPISTEMOLÓGICO.....	15
V. ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	24
VI. DISEÑO METODOLÓGICO QUE ORIENTARÁ EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN	26
Capítulo II. Las políticas comerciales como eje medular para el resguardo de la seguridad internacional ante la crisis climática	30
<i>PERTINENCIA DE LA CRISIS CLIMÁTICA COMO AMENAZA A LA SEGURIDAD INTERNACIONAL</i>	30
<i>EVOLUCIÓN O RETROCESO DEL CONCEPTO DE AMENAZA</i>	31
<i>NUEVA GENERACIÓN DE AMENAZA Y SU VINCULACIÓN CON LA POLÍTICA COMERCIAL</i>	37
Capítulo III. Bioeconomía y su puesta en marcha: repaso de la bioeconomía por Argentina, Brasil, Colombia, Estados Unidos y Unión Europea	43
<i>CONCEPTUALIZACIONES DE LA BIOECONOMÍA ¿CONSENSO O HETEROGENEIDAD?</i>	44
<i>PROYECTOS BIOECONÓMICOS EN ARGENTINA, BRASIL, COLOMBIA, ESTADOS UNIDOS Y LA UNIÓN EUROPEA DEL 2010 AL 2020</i>	47
i. <i>Bioeconomía en Argentina</i>	47
ii. <i>Bioeconomía en Brasil</i>	53
iii. <i>Bioeconomía en Colombia</i>	60
iv. <i>Bioeconomía en la Unión Europea</i>	66
v. <i>Bioeconomía en Estados Unidos</i>	81
Capítulo IV. Desarrollo de la bioeconomía en el Estado Costarricense	93
Capítulo V. Impacto de la bioeconomía en la crisis climático	106
Capítulo VI. Conclusiones	117
Capítulo VII. Recomendaciones para el Estado Costarricense	123
Referencias Bibliográficas	125

Índice de Tablas

Tabla 1. Tabla comparativa entre el Programa de Bioeconomía y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	21
Tabla 2. Efectos de la guerra y la crisis climática.....	36
Tabla 3. Líneas de acción del PACTI y su respectivo presupuesto en millones de reales	55
Tabla 4. Normativa institucional en bioeconomía en los Estados miembros de la UE	70
Tabla 5. Cuadro comparativo del desarrollo de la bioeconomía en los Estados seleccionados ...	86
Tabla 6. Número de unidades e instituciones vinculadas con la bioeconomía de los países estudiados entre 2019 y 2020, clasificadas por sector al cual pertenecen	91
Tabla 7. Ejes de la estrategia nacional de bioeconomía.....	95
Tabla 8. Actores de la bioeconomía en Costa Rica	102
Tabla 9. Tipología de desarrollos bioeconómicos en Costa Rica	104
Tabla 10. NDC de Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, EE. UU. y UE para el 2030.....	106

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Mapa de Contaminación del aire del mundo al 2022	35
Ilustración 2. Conformación del aparato institucional en bioeconomía	61
Ilustración 3. Fases cronológicas del desarrollo de la bioeconomía.....	65

Índice de gráficos

Gráfico 1. Daños totales estimados (en US\$) por desastres naturales, 1900 a 2022	33
Gráfico 2. Gráfico de jerarquía en el Consejo de Seguridad	38
Gráfico 3. Porcentaje de energía proveniente de fuentes renovables (%) en años	49
Gráfico 4. Porcentaje mínimo de adición obligatoria de biodiesel de 2019 a 2023 (%)	55
Gráfico 5. Cantidad de trabajos finales de graduación en la educación superior desde 1981 hasta la actualidad	101
Gráfico 6. Emisiones históricas de MtCO ₂ e en Argentina.....	107
Gráfico 7. Emisiones históricas de MtCO ₂ e en Brasil	108
Gráfico 8. Emisiones históricas de MtCO ₂ e en Colombia.....	109
Gráfico 9. Emisiones históricas de MtCO ₂ e en Costa Rica	110
Gráfico 10. Emisiones históricas de MtCO ₂ e en la Unión Europea	110

Gráfico 11. Emisiones históricas de MtCO ₂ e en la Estados Unidos.....	111
Gráfico 12. Empleos de la bioeconomía (en millones) de la UE.....	112
Gráfico 13. Aporte de la bioeconomía al PIB del 2010 al 2020 en la UE	113
Gráfico 14. Producción de biocombustibles en m ³ en Argentina	113
Gráfico 15. Emisiones evitadas de CO ₂ por consumo de bioetanol en Argentina de 2010 a 2020	114
Gráfico 16. Producción de biocombustibles en m ³ en Brasil.....	114
Gráfico 17. Emisiones evitadas de CO ₂ por consumo de bioetanol en Brasil de 2010 a 2020...	115
Gráfico 18. Producción de biocombustibles en m ³ en Colombia	115
Gráfico 19. Emisiones evitadas de CO ₂ por consumo de bioetanol en Colombia de 2010 a 2020	115
Gráfico 20. Producción de biocombustibles en m ³ en EE. UU.....	116
Gráfico 21. Emisiones evitadas de CO ₂ por consumo de bioetanol en EE.UU de 2010 a 2020.	116

Capítulo I. Aspectos teóricos y metodológicos

I. Objetivos de investigación

Objetivo general

Encontrar estrategias de política comercial en bioeconomía que pueden ser aplicadas a Costa Rica para potenciar el mercado nacional de la bioeconomía en respuesta a la crisis climática, adaptando casos éxito a nivel internacional documentados entre el 2010 al 2020.

Objetivos específicos

- a. Identificar la crisis climática como amenaza a la seguridad y su incidencia en las políticas comerciales.
- b. Examinar los proyectos bioeconómicos que han implementado los países líderes en la materia en el hemisferio occidental.
- c. Conocer las acciones que ha empleado el Estado costarricense relacionadas al desarrollo de la bioeconomía.
- d. Demostrar la utilidad del modelo bioeconómico desarrollado en los países líderes para la mitigación de los efectos de la crisis climática y el aumento de la competitividad comercial en el país.

II. Justificación

La entrada del siglo XXI ha puesto sobre la mesa de discusión global diferentes retos, entre los cuales resalta el cambio climático, que ha sido tomado en cuenta desde la concepción de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) en su numeral 7: garantizar la sostenibilidad del medio ambiente. Asimismo, en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se amplían los ejes para trabajar la temática por medio de los objetivos 6 (agua limpia y saneamiento), 7 (energía asequible y no contaminante), 12 (producción y consumo responsable), 13 (acción por el clima), 14 (vida submarina) y 15 (vida de ecosistemas terrestres). Esa transición entre los ODM y los ODS permitió agrupar los objetivos en cinco subtemas (personas, planeta, prosperidad, paz y asociaciones) que muestra la relación entre el medio ambiente y el desarrollo humano, por lo cual hay una correlación directa entre los subtemas “planeta” y “prosperidad” (Naciones Unidas, 2021).

La necesidad de alinear los sistemas de producción con modelos de desarrollo bajos en carbono ha suscitado múltiples debates en todos los continentes, motivo por el cual se han creado otros lineamientos internacionales como el Acuerdo de París, formulado en el 2015 durante la

COP21 de París. Es considerado como histórico por sus iniciativas para combatir el cambio climático y construir un futuro sostenible con bajas emisiones de CO²; su principal objetivo es mantener el aumento de la temperatura mundial “muy por debajo de los 2 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura a 1,5 grados centígrados” (Naciones Unidas-Cambio Climático, 2018).

La temática ambiental es de vital importancia para el Estado costarricense, pues este se ha posicionado como un país verde dentro del imaginario colectivo internacional. De hecho, recibió el máximo galardón ambiental Campeones de la Tierra 2019, otorgado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), por su liderazgo en la lucha contra el cambio climático. La ONU valoró las acciones realizadas por el país en relación con la “protección de la naturaleza y su compromiso con las políticas ambiciosas para combatir el cambio climático” (ONU-Programa para el Medio Ambiente, 2019). Este distintivo le otorga al país legitimidad política en la materia y lo convierte en ejemplo a nivel mundial en innovación y desarrollo sostenible mediante implementación de nuevos paradigmas tecno-productivos alineados con las necesidades medioambientales.

La aparición de estos paradigmas surge en los años sesenta, en un documento oficial de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza donde se establece el concepto de *desarrollo sostenible*, el cual permitió vislumbrar la necesidad de establecer modelos productivos sostenibles y amigables con el medio ambiente sin socavar la calidad de vida humana ni poner en riesgo los recursos de las próximas generaciones (Madroñero-Palacios y Guzmán-Hernández, 2018). Así, para responder a las soluciones del desarrollo sostenible se buscaron distintas alternativas, entre las que sobresalió la economía circular como método para aprovechar la vida útil de los productos e incluso de sus residuos (Martínez Riascos, 2020), dando pie a un modelo técnico productivo denominado “bioeconomía”. Este sirve para enfrentar los desafíos del cambio climático y el deterioro de los recursos naturales mediante una producción sostenible que aporte beneficios socioeconómicos y cumpla con compromisos internacionales de reducción de gases de efecto invernadero (GEIs), mientras se incrementa la producción de alimentos, fibras y energías reduciendo la dependencia en combustibles fósiles (IICA, 2019).

Bajo este nuevo paradigma, se han desarrollado diferentes clasificaciones de las actividades bioeconómicas: 1) utilización de los recursos de la biodiversidad; 2) eco-intensificación (o intensificación sostenible); 3) biorrefinerías y bioproductos; 4) aplicaciones biotecnológicas; 5) incremento de la eficiencia de las cadenas de valor y 6) servicios ecosistémicos.

En estas clasificaciones, Centroamérica (CA), e incluso Latinoamérica (LA), cuenta con un alto potencial productivo debido a su acceso y disponibilidad de recursos naturales. (IICA, 2019). De hecho, Costa Rica podría tener un alto protagonismo en su desarrollo, la capacidad de investigación e innovación, la IED establecida en el país, las relaciones comerciales con el resto del mundo y el personal altamente capacitado donde la tasa bruta de matrícula en educación superior para el 2020 corresponde a un 58% (Banco Mundial, 2021). En ese sentido, se cuenta con personal capacitado para poder desarrollar, en el sector agro, biofarmacia, biomedicina, etc., nuevas oportunidades de producción por medio de la incorporación de nuevas tecnologías. Además, cabe destacar que el país creó un documento titulado Estrategia Nacional de Bioeconomía 2020-2030, publicada en setiembre del 2020 (MICITT, 2020).

Por esto, el propósito de esta investigación es conocer cómo podría el Estado costarricense articular acciones de política comercial para mejorar las condiciones del mercado nacional de la bioeconomía como respuesta a la crisis climática, teniendo en cuenta los compromisos y el liderazgo ambiental que ha asumido frente a la comunidad internacional. Esta temática debe ser asumida desde el énfasis de Política Comercial, debido a las múltiples oportunidades que le brinda al país para incrementar sus relaciones económicas internacionales. A este respecto, la Organización Mundial del Comercio (OMC, 2020) indica que implementar este nuevo modelo productivo no solo implica alcanzar las metas de desarrollo sostenible indicadas en los acuerdos internacionales, sino que países menos avanzados logren innovar su cadena de producción.

Por ejemplo, en el sector agro se introducirían nuevas prácticas postcosechas y el aprovechamiento de subproductos diferenciados y con alto valor agregado (p. ej. harina de pulpa de café). Ello permitiría nuevas certificaciones para la producción, facilitando el ingreso de productos a mercados más especializados (Bioeconomía 2021; OMC, 2020). A pesar de esto, Zúñiga *et al.* (2018) indican que, de forma general, las acciones tomadas por parte de los gobiernos alrededor del mundo han sido escasas y poco focalizadas. En el hemisferio occidental, aquellos países que se encuentran desarrollando mayor cantidad de proyectos bioeconómicos son los que conciben el cambio climático como una amenaza a su seguridad, como Estados Unidos (EE. UU.) y la Unión Europea (UE) (*Military Advisory Board* del Gobierno de EE. UU., 2007-2014, y Consejo Europeo de la Comisión de la UE, 2008).

Así, desde la disciplina de las Relaciones Internacionales y, de forma específica, desde la Política Comercial, resulta vitalicio estudiar este tópico, no solo desde lo económico o político,

sino también desde la seguridad internacional, pues esta es un factor que promueve y propicia el desarrollo de la bioeconomía y, por tanto, de políticas en la materia. Además, ahondar en esto se suma a los esfuerzos realizados desde la Escuela de Relaciones Internacionales por mostrar cómo lo relacionado al medioambiente se incorpora con mayor fuerza a los asuntos de seguridad (Segura y López, 2011), lo que se aborda en esta investigación desde la crisis climática.

A partir de las consideraciones anteriores, estudiar este fenómeno y ofrecer una posible solución permite un abordaje diferenciado e innovador, en la medida en que la temática de bioeconomía ha sido arduamente estudiada desde la economía o biología, pero no desde las Relaciones Internacionales. Además, permite un enfoque integral entre economía, ciencias sociales, política, medio ambiente y seguridad, lo que coloca a la disciplina en general y, de forma específica, a la Escuela de Relaciones Internacionales de la Universidad Nacional de Costa Rica, a la vanguardia en el estudio de las nuevas temáticas que están en auge en la comunidad internacional. En palabras de Rey (2019, p. 189), “el estudio y la puesta en práctica de la bioeconomía supera la desunión entre la economía y las ciencias sociales (...) presenta un método transdisciplinar a consecuencia de la evolución de las disciplinas”.

III. Planteamiento de un problema original del ámbito propio de la disciplina

El problema de investigación permitió identificar que, en el marco de la crisis climática, el multilateralismo ha hecho ver la necesidad de migrar hacia modelos de producción sostenible no dependientes de energías fósiles, mediante acuerdos o tratados; sin embargo, no todos los Estados están recorriendo este camino. En el hemisferio occidental, sobresale el liderazgo de la UE con el Acuerdo Verde Europeo (Comité Económico y Social Europeo, 2021) y de los EE. UU. que, desde los inicios de la Administración Biden, han impulsado la Agenda *Build Back Better* (The White House, 2021). Ambos tienen en común el potenciamiento de la bioeconomía y sus senderos/enfoques. De hecho, según la CEPAL, citada por Martínez-Riascos (2020), la bioeconomía es la principal solución para combatir el cambio climático e incrementar el rédito económico de los Estados. No obstante, en Latinoamérica “ha recibido poca atención por parte los gobiernos, lo que se refleja en falta de políticas públicas que incentiven la investigación, los desarrollos e implementaciones necesarias para la transformación de nuestro sistema productivo” (p.4).

Ahora bien, pese a los esfuerzos que ha realizado el Estado costarricense en materia de bioeconomía, aún existen amplios vacíos institucionales y normativos, lo que provoca que el

mercado bioeconómico no se encuentre en las condiciones óptimas ni para propiciar tal desarrollo económico (Chavarría et al., 2020) ni para enfrentar la crisis climática que embate a los países a escala global. Precisamente, el deseo de identificar esa problemática arrojó la siguiente pregunta: ¿cómo podría el Estado costarricense articular acciones de política comercial para mejorar las condiciones del mercado nacional de la bioeconomía como respuesta a la crisis climática, adaptando casos exitosos a nivel internacional desde el 2010 al 2020? El mercado nacional de la bioeconomía hace alusión a los instrumentos de policía comercial e incluso económica que puede utilizar el estado costarricense para propiciar la bioeconomía, entendiendo que este paradigma engloba diferentes actividades como las que se especifican en el apartado C del marco teórico-epistemológico.

A su vez, se proponen cuatro preguntas más, la cuales pretenden propiciar un análisis integral: 1) ¿cómo la crisis climática amenaza a la seguridad internacional y repercute en las políticas comerciales?; 2) ¿cuáles han sido los proyectos bioeconómicos que han implementado los países líderes en materia en el hemisferio occidental; 3) ¿cuáles han sido las acciones que ha desarrollado el Estado costarricense relacionadas al desarrollo de la bioeconomía?; 4) ¿cuál es la utilidad del modelo bioeconómico desarrollado en los países líderes para la mitigación de los efectos de la crisis climática y el aumento de la competitividad comercial en el país? Con base en esto, identificar los aspectos por mejorar a nivel nacional permitiría que Costa Rica no solo cuente con un liderazgo regional en temas medioambientales y modelos alternativos de desarrollo con cero dependencia a fuentes fósiles, sino que también le otorgaría al Estado mayores herramientas para luchar contra la emergencia climática que embate al siglo XXI.

En la región centroamericana, los esfuerzos por avanzar hacia nuevos paradigmas de producción amigables y sostenibles con el medio ambiente parecen tomar liderazgo en Estados como el costarricense, quien recibirá “10 millones de dólares de la Coalición LEAF y 10 millones más de Noruega como reconocimiento contra el cambio climático” (Deutsche Welle, 2021). Además, en 2020 el país lanzó la Estrategia Nacional de Bioeconomía con el objetivo de propiciar una economía desarrollada y sostenible con el medio ambiente, pues promueve la innovación de diversos sectores por medio de diferentes enfoques. Esta propuesta es entendida de la siguiente manera: “La estrategia tiene por objeto posicionar a Costa Rica como una economía basada en el

conocimiento, ecológica y resistente, descarbonizada y competitiva con una producción sostenible de alto valor añadido y el uso justo y equitativo de su biodiversidad” (CEPAL, §5).

En ese sentido, aunque Costa Rica cuente con una estrategia, requiere de instrumentos concretos de política comercial para su operativización (p. ej. emitiendo certificaciones de producción orgánica o carbono neutral). Estas acciones permitirían posicionar al país como líder en materia medioambiental y mejorar las condiciones del mercado bioeconómico para producir bienes y servicios competitivos de acuerdo con las demandas internacionales. En efecto, la institucionalización de la bioeconomía en el país y a nivel mundial tienen un gran desafío: reconocer la crisis climática como una verdadera amenaza a la seguridad nacional e internacional¹, en la medida que aquellos Estados que han relacionado estas dos variables son los que han empezado a implementar de forma sistemática acciones en bioeconomía (Zúñiga *et al.*, 2018; *Military Advisory Board* del Gobierno de EE.UU., 2007-2014, y Consejo Europeo de la Comisión de la UE, 2008).

IV. Marco teórico-epistemológico

La presente investigación utiliza los postulados de la Teoría Verde, pues esta muestra la necesidad de migrar hacia un nuevo modelo de desarrollo económico no dependiente de los combustibles fósiles. Debido a que la constancia del paradigma de desarrollo actual ha provocado grandes amenazas a la seguridad internacional (p. ej. el cambio climático), se apela a un desarrollo sostenible que no comprometa los recursos de las próximas generaciones y pueda dar abasto con las necesidades alimentarias actuales (Dunne *et al.*, 2013; Ari y Gökpınar, 2019).

Cabe destacar que, a pesar de la consideración de diversas teorías en el ámbito de las Relaciones Internacionales, como el neoliberalismo, la teoría crítica y el constructivismo, se opta por la *Green Theory* debido a su capacidad para sintetizar los postulados de cada una de ellas. El neoliberalismo destaca la dimensión global de las acciones estatales y mantiene una perspectiva centrada en el Estado, en línea con el realismo estructural, donde los Estados son actores principales y dominan los espacios internacionales, reflejando sus propios intereses (Sterling-Folker, 2013). Por su parte, la teoría crítica plantea un cuestionamiento del *statu quo* y del papel

¹ Se estima que esta situación provoque: i) Conflictos por los recursos; ii) Daños y riesgos económicos; iii) Pérdida de territorio y contenciosos fronterizos; iv) Migraciones por causas ambientales; v) Situación de fragilidad y radicalización de la ciudadanía; vi) Tensiones por el suministro de energía; y vii) Presiones sobre la gobernanza internacional (Consejo Europeo de la Comisión de la Unión Europea, 2008; Martínez-Riascos, 2020).

central de los Estados en el ejercicio del poder, sugiriendo la existencia de nuevas formas de poder más allá de las tradicionales (Roach, 2013). Finalmente, el constructivismo señala la interrelación entre el sistema internacional y las ideas humanas, destacando cómo ambos se construyen mutuamente (Muñoz, 2012).

En este contexto, la *Green Theory* integra estos elementos, alineándose con mi objeto de estudio, pero además añade una dimensión crucial centrada en la temática ambiental. Destaca la crítica al *status quo* y subraya la urgencia de adoptar nuevas formas de producción, especialmente ante el cambio hacia un contexto global donde las acciones estatales ya no son individuales. Por tanto, se hace imperativo discutir estos temas en ámbitos globales para facilitar la transición hacia desarrollos más sostenibles tanto para la sociedad como para las estructuras institucionales. (Eckersley, 2013).

Además, para abordar esta teoría con mayor profundidad se recurre a dos teorías más: la relativa a seguridad internacional, que indica los cambios que han tenido los conceptos de amenaza a lo largo del tiempo, y la teoría del paradigma bioeconómico como un modelo que concuerda con las necesidades y demandas planteadas por la *Green Theory*. Implementar estas tres vertientes teóricas permite un análisis integral del objeto estudio.

A continuación, se desarrollan con mayor amplitud.

a. Teoría Verde (*Green Theory*)

Esta investigación aborda la posición epistémica de la *Green Theory* desde las Relaciones Internacionales, que concibe la crisis climática como una afectación directa a la seguridad internacional y pone en duda el desarrollo económico implementado durante las últimas décadas (Dunne *et al*, 2013). Así, se apela a un sistema económico dependiente de energías renovables como los biocombustibles, una de las clasificaciones de las actividades bioeconómicas. Según Tarhan (2018), esta teoría recalca que la industrialización, la globalización y la tecnología han propiciado múltiples beneficios, pero también han provocado grandes problemas, principalmente de origen ambiental.

Ahora, de acuerdo con Ari y Gökpinar (2019), esta teoría surge en siglo XX, cuando los problemas ambientales comienzan a ocupar un lugar en la política mundial. Sin embargo, a pesar de tener momentos cúspides antes, no es sino hasta 1990 cuando tuvo su acercamiento a las Relaciones Internacionales, pues debido a la transnacionalización “se comprendieron cada vez más

los efectos globales de los problemas ambientales y la necesidad de una solución mundial” (Ari y Gökpinar, 2019, p. 166), lo que dio lugar a la tercera generación de la teoría (Barry, 2014).

Cabe mencionar que este posicionamiento teórico no se debe confundir con el ecologismo que, según Llauguer (1998), se entiende como un “movimiento social que da la voz de alarma sobre los problemas ambientales y ha ejercido una importante presión en el mundo de la educación (...) como el nacimiento y desarrollo de la educación ambiental” (p. 2). A su vez, aquel reconoce las estructuras propias de *statu quo* para informar, alarmar y concientizar sobre la temática, mientras que la *Green Theory* busca modificarlas o desafiarlas para cambiar la realidad (Burchill *et al.*, 2001). En sentido, la *Green Theory* apela a un cambio de sistema en dos vertientes, una política y otra económica. La política en términos de la necesidad de reconfigurar lo que percibe como amenaza desde un sentido ortodoxo y sumar esfuerzos por comprender los nuevos desafíos que enfrenta la seguridad internacional como el cambio climático. Mientras tanto, en términos económicos busca un nuevo modelo productivo que permita satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos de las futuras generaciones utilizando alternativas energéticas, evitando la dependencia a fósiles (Ari y Gökpinar, 2019; Dunne *et al.*, 2013).

Esta teoría toma como premisa principal identificar el efecto dañino del calentamiento global y la emisión de carbono, además de que concibe la existencia humana como parte del sistema ecológico (Barry, 2014). Este posicionamiento se contrapone al pensamiento liberal de la naturaleza de Locke (Gobierno civil) en la medida que se ve al ser humano como dueño de los recursos naturales a los que tuviese acceso. A su vez, la *Green Theory* tiene una visión ecocéntrica del mundo, que no precede a la humana, y como resultado de esto, sus principales supuestos en las Relaciones Internacionales están desafiando la comprensión tradicional del Estado, la seguridad y el desarrollo (Ari y Gökpinar, 2019). El desarrollo económico actual es el principal responsable de la crisis climática. Dado que esta no puede ser solucionada o controlada por un solo Estado (por las problemáticas que conlleva, como la amenaza de la seguridad internacional), es necesario un nuevo desarrollo económico (Ari y Gökpinar, 2019).

Ahora bien, como respuesta a la teoría surgen nuevas apuestas de desarrollo que pretenden desafiar el *statu quo* político-económico imperante. Una de ellas es la economía circular, que se complementa con un nuevo modelo tecno-productivo, el bioeconómico (Vargas *et al.*, 2017). La bioeconomía representa un cambio de paradigma y, desde la praxis, un modelo, pues se convierte en una serie de acciones o pautas mínimas que deben ser reproducidas y adaptadas en la mediana

y gran escala por cada Estado para subsanar las problemáticas políticas y económicas inidentificadas por la *Green Theory*, e incluso para cumplir con el acuerdo de París.

Esta propuesta teórica, aunque parezca radical, no cambia los sistemas ni formas de gobierno, ni cuestiona los procesos electorales, siempre que estos sean democráticos. Su principal cuestionamiento es el *statu quo* de la estructuras político-económicas, indicando la insostenibilidad del modelo económico actual dependiente de petróleo y uso ilimitado de los recursos naturales (Dunne *et al*, 2013). La *Green Theory*, desde las Relaciones Internacionales, propone la necesidad de migrar hacia un nuevo modelo de desarrollo que logre detener o minimizar la crisis climática y su impacto en el ambiente, la cual avanza de manera rápida y precisa, en oposición a los avances en la materia por parte de los Estados que resultan insuficientes (Dunne *et al.*, 2013).

b. Seguridad Internacional

La *Green Theory*, desde las Relaciones Internacionales, permite vislumbrar que los temas ambientales afectan directamente a la seguridad internacional (Ari y Gökpinar, 2019). La conceptualización de amenaza ha ido modificándose según los desafíos que surgidos durante el siglo XXI y la reconfiguración del sistema unipolar a multipolar (Zakaria, 2019). A partir de estos hechos, la disminución de conflictos bélicos entre potencias, el descenso de EE. UU. como líder mundial y la incorporación de grandes retos ambientales como el calentamiento global a la arena internacional (O’Hanlon, 2019; Jones, 2020) demuestran que las amenazas no resultan ser las mismas a las que se enfrentaba la humanidad en siglos anteriores.

Existen múltiples conceptos para englobar los desafíos que enfrenta la humanidad actualmente, los cuales han sido catalogados de quinta generación, donde se combinan tanto elementos tradicionales como no tradicionales de la seguridad (Moya, 2019); no obstante, para Galán (2018) esta caracterización es propia de la cuarta generación. Los conceptos que sobresalen son los relacionados a lo híbrido: amenaza, guerra y conflicto. Para Bartolomé (2019), la amenaza híbrida combina características propias en su formato puro y otro en formato poco convencional. En ese sentido, Galán (2018) afirma que pueden involucrarse tanto agentes como actores no estatales en un enfrentamiento que puede resultar tanto violento como no violento. Según Moya (2019), la guerra híbrida es un paradigma de guerra entre la gente, donde los campos de batalla y grandes aparatos bélicos no resultan ser la tónica, sino lugares, personas u objetos específicos.

Así, el conflicto híbrido es la “situación en la cual las partes tienen uso abierto a la fuerza y actúan combinando la intimidación militar (sin llegar a un ataque convencional) y la explotación

de las vulnerabilidades económicas, políticas, tecnológicas y diplomáticas” (Galán, 2018, p. 4). En efecto, estas tres conceptualizaciones provocan la desestabilidad de la institucionalidad del país afectado, así como un grave peligro a la seguridad. Dicha conceptualización permite que se incorpore en sus políticas de seguridad y que se desarrollen estrategias preventivas para enfrentarlas y evitarlas, lo cual resulta vital para detener y prevenir el cambio climático desde varias vertientes. Cuando un elemento se posiciona como amenaza a la seguridad nacional incide en la creación de múltiples políticas para su mitigación y eliminación (ONU, 2021).

Ahora bien, Segura y López (2011) muestran la necesidad de ampliar la forma ortodoxa en la que se perciben las amenazas para la seguridad internacional, pues existen nuevas amenazas y objetos de referencia, que van más allá de las amenazas militares, por ejemplo, los relacionados a temas ambientales. Según los autores, ambas amenazas pueden producir inestabilidad política: “En el caso del ambiente se consideran dos tipos de amenazas. Primero, amenazas a la civilización humana (...) segundo, amenazas por actividad humana en los ecosistemas naturales” (p. 140). A pesar de ello, hay otras posturas al respecto. Por ejemplo, Deudney (1992) explica dos razones por las que no se pueden considerar los problemas ambientales como amenazas a la seguridad internacional: 1) porque “la degradación ambiental y la violencia son diferentes” y 2) porque “la violencia resulta intencional, mientras la ambiental no” (p. 146).

Por otro lado, el “*Stern Review on the Economics of Climate Change*” (2006, citado por la Jones Parry, 2020) indica que la crisis climática es el tema más peligroso de la temática ambiental, ya que tiene consecuencias que afectan a las cuestiones vitales de seguridad: inundaciones, enfermedades y hambrunas, migraciones y, por tanto, aumenta la posibilidad de conflictos por recursos, “elementos no vistos desde el final de la segunda guerra mundial” (§4). Estas declaraciones muestran que las consecuencias de la degradación ambiental y la violencia no son lo mismo, pero pueden causar los mismos problemas. Valga decir que la degradación ambiental sí es el resultado de la suma de acciones intencionales provocadas por el ser humano.

Además de las declaraciones de la ONU (2020), reportes de la *Military Advisory Board* del Gobierno de EE. UU. (2007, 2014), el Consejo Europeo de la Comisión de la UE (2008), entre múltiples actores del sistema internacional, han catalogado el cambio climático como la amenaza más peligrosa que enfrenta la humanidad. Sin embargo, esta no ha sido incluida en ninguna conceptualización específica sobre la temática. Por esto, podría llegar a convertirse en la siguiente

generación de amenazas, apelando a las consecuencias ambientales causadas por los seres humanos por medio de su sistema productivo para aumentar su productividad y utilidad.

c. Bioeconomía

Tomando como base la *Green Theory* y la necesidad de vislumbrar la crisis climática como una amenaza a la seguridad internacional, con miras a implementar nuevas formas de desarrollo humano que cambien o desafíen el modelo imperante. Se sabe que el desarrollo sostenible es la premisa principal y la base de la economía circular, que se diferencia de la lineal pues busca que las materias primas puedan tener un ciclo productivo más amplio mediante la concientización poblacional y el socavo de la industria del *fast fashion*. Además, pretende que los residuos puedan ser utilizados como materias primas dentro de la cadena de producción de otras industrias. Al contrario, la economía lineal se basa en tomar/consumir y desechar sin considerar los impactos de estas prácticas (Martínez-Riascos, 2020).

Al respecto, la ONU (2021) indica que la economía circular plantea un enfoque vanguardista e innovador que permite “estimular el crecimiento, generar empleo sin comprometer al medio ambiente, posicionándose como piedra angular para una recuperación económica resiliente, con bajas emisiones de carbono. Basándose en: eliminar residuos y contaminación; mantener productos y materiales en uso, y regenerar sistemas naturales” (§3). Precisamente, este tipo de economía dio como resultado un modelo renovable tecno-productivo denominado bioeconomía (Comisión Europea, 2018), el cual es una de las variables medulares para la presente investigación. Se entiende esta como “la utilización intensiva de los conocimientos que se tienen sobre recursos, procesos, tecnologías y principios biológicos para la producción sostenible de bienes y servicios en todos los sectores de la economía” (Chavarría *et al.*, 2020).

La bioeconomía permite agregar valor a los residuos o biomasa, especializar la producción, crear nuevos subproductos y formas eco-amigables de producción mediante la inserción de tecnologías, obteniendo mayor cantidad de insumos a menor cantidad de costos, así como seguridad alimentaria, generación de empleos especializados y transición hacia un desarrollo sostenible (Zúñiga *et al.*, 2018; Lachman *et al.*, 2020; Martínez-Riascos, 2020; IICA, 2021). Un ejemplo de esto son los drones en la agricultura, que calculan la biomasa, evalúan el nivel de fertilidad del suelo, plagas, estrés hídrico y otros parámetros, lo que permite aplicaciones de precisión sin desperdicio de recursos y control de sucesos inesperados en la plantación, así como de costos y gastos en producción (CEPAL, FAO, IICA, 2019, p. 48-58, 91-99).

A pesar de lo anterior, aunque la temática ha tomado fuerza en el siglo XXI, fue propuesta por el rumano Georgescu-Roegen en 1975 y cada Estado ha ido adaptándolo o modificándolo de acuerdo con sus necesidades y oportunidades (Georgescu-Roegen, 2003). A la luz de esto, resulta vital rescatar que, de acuerdo con Rodríguez *et al* (2017) y Rey Lema (2019), diez de los Objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible se fundamentaron en el Programa de Bioeconomía Mínimo Georgescu-Roegen, elemento que se muestra en la siguiente tabla comparativa.

Tabla 1. Tabla comparativa entre el Programa de Bioeconomía y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Programa Bioeconómico Mínimo de Geogescu-Roegen (1975)	Objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible
Primero: la producción de todos los instrumentos de la guerra, no sólo de la guerra misma, debería prohibirse por completo.	ODS 16: Promover sociedades, justas, pacíficas e inclusivas. ODS 17: Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.
Segundo: a través del uso de los recursos asociados a la guerra que se liberan, así como de medidas adicionales bien planificadas e intencionadas, los países subdesarrollados deben ser ayudados para que lleguen lo más rápidamente posible a una buena vida (no de lujo).	ODS 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo. ODS 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
	ODS 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
	ODS 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
	ODS 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
	ODS 17: Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.
Tercero: la humanidad debe reducir gradualmente su población a un nivel que	No existe ODS.

podría ser alimentado adecuadamente solamente por la agricultura orgánica.	
Cuarto: hasta que el uso directo de la energía solar se convierta en una conveniencia general o se logra la fusión controlada, el desperdicio de energía —por recalentamiento, enfriamiento excesivo, exceso de velocidad, exceso de iluminación, etc.— deben ser cuidadosamente evitado, y si es necesario, estrictamente regulado.	ODS 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
Quinto: debemos curarnos del deseo morboso de artilugios extravagantes.	ODS 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
Sexto: también tenemos que deshacernos de la moda.	No existe ODS.
Séptimo: es necesario que los bienes duraderos se manufacturen aún más duraderos, al estar diseñados de manera que sean reparables.	ODS 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación. ODS 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
Octavo: tenemos que llegar a darnos cuenta de que un prerrequisito importante para una buena vida es una cantidad sustancial de ocio que se pueda emplear de manera inteligente.	ODS 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles

Fuente: Cuadro comparativo elaborado por Rodríguez *et al.*, 2017, p. 14.

Aunque este modelo renovable tecno-productivo concuerda con las soluciones propuestas a nivel mundial, puede ser considerado como un proceso complejo porque, además de la creación de un cuerpo normativo, necesita acompañamiento institucional. Estos elementos no pueden ser volátiles, es decir, no pueden depender de la administración o partido político que esté en el poder,

sino que deben permanecer a lo largo del tiempo. Sumado a ello, se necesita tal acompañamiento para madurar las tecnologías que requiere su puesta en práctica (Chavarría, *et al.* 2020).

Centroamérica, y particularmente Costa Rica, tiene un enorme potencial para aprovechar la bioeconomía como estrategia para su desarrollo, debido a sus recursos biológicos y naturales, estructura productiva, apertura de comercio, capacidades, etc. Si bien este modelo ha tenido amplio desarrollo en la UE y EE. UU., es la región latinoamericana la que tiene mayores potencialidades para su aprovechamiento (Lachman *et al.*, 2020). Sin embargo, para que esto sea una realidad, se requieren de políticas e instrumentos de mercado que actualmente no se han logrado construir ni operativizar en el país (Chavarría *et al.*, 2020). Así, aunque Costa Rica tiene una estrategia, requiere de instrumentos concretos de política comercial para su operativización (p. ej. certificaciones de producción orgánica o carbono neutral).

Cabe destacar que el autor supracitado indica que la base impulsora de la bioeconomía es el elemento científico-tecnológico, donde la innovación es lo que permite aprovechar los recursos biológicos para la generación de nuevos bioproductos y bioservicios, es decir, biologizar el proceso productivo. Pero, además de la ciencia y la tecnología, para lograr eso es necesario: 1) fomentar los mercados de los bioproductos; 2) incrementar la inversión y el financiamiento; 3) incrementar las capacidades de los técnicos y tomadores de decisión; 4) crear políticas e institucionalidad, donde la política comercial resulta transversal. Por esto, la necesidad de tener tanto políticas en la materia como instituciones resulta vital para su desarrollo y para transformar los sistemas productivos a nivel nacional, local y mundial (CEPAL, citada por Martínez-Riascos, 2020). En ese sentido, la política comercial tiene un papel preponderante en materia de bioeconomía, ya que es una herramienta para la diversificación industrial y la creación de valor de los mercados nacionales de cada país (Echeverry-Trujillo, 2017). Por ello, se han creado diferentes acciones que pueden traducirse en instrumentos de la política comercial, como medidas arancelarias, subvenciones, créditos preferenciales y medidas de protección ambiental (Echeverry-, 2017; BID, 2020).

Potenciar las consideraciones anteriores resulta una de las mejores vías para Costa Rica, no solo para combatir la crisis climática, sino también para proporcionarle seguridad alimentaria a una población que crece cada vez más, así como promover negocios competitivos y altamente remunerados (sobre todo en el sector agro), lo que permitiría mejorar la calidad de vida de los más vulnerables. De hecho, la Estrategia Nacional de Bioeconomía indica que impactaría no solo en el desarrollo rural, sino en la biodiversidad, el sector industrial y urbano (MICITT, 2020, p. 22).

V. Estado de la cuestión

La presente investigación² cuenta con un reto relativo a la existencia limitada de estudios referentes a las políticas comerciales en bioeconomía como una respuesta a la crisis climática. Se encuentran dos falencias principales: 1) el silencio académico en conceptualizar de forma específica la crisis climática desde un punto de vista de seguridad internacional y 2) la ausencia de las Relaciones Internacionales, e incluso de disciplinas cercanas como las Ciencias Políticas, en abordar la bioeconomía desde su disciplina. Cabe destacar que existen esfuerzos importantes desde la Escuela de Relaciones Internacionales de la Universidad Nacional por conceptualizar los sucesos ambientales como amenazas emergentes a la seguridad internacional, por ejemplo, el texto “Hacia un nuevo siglo en las Relaciones Internacionales” (Murillo, 2011) o el artículo de la Revista de RI, “Seguridad: perspectivas teóricas y su evolución reciente” (Segura y Matul, 2013). Sin embargo, aunque se menciona el tema ambiental, no se categoriza ni describe a profundidad la crisis climática como una amenaza de forma específica a la seguridad internacional.

Los hallazgos sobre el objeto de cuestión se encuentran liderados por organismos internacionales, regionales e incluso departamentos de seguridad de diferentes Estados, lo que ha permitido que haya una localización en la temática para países específicos. En Occidente, sobresalen EE. UU. y la UE; a nivel regional, Argentina y Brasil; en Costa Rica, la principal intervención la realiza el gobierno central mediante la Estrategia Nacional de Bioeconomía Costa Rica 2020-2030. Esta no solo supone la creación de una economía basada en el conocimiento, sino que valoriza los recursos y enfrenta la brecha centro-periferia en el desarrollo. No obstante, para llevar esto a cabo se necesita la intervención del sector público y privado (MICITT, 2020).

Ahora bien, Gatune *et al.* (2021) indican que la forma más apta para crear un mercado bioeconómico competitivo por medio de una iniciativa gubernamental requiere la participación no solo de los sectores público y privado, sino también de la academia. Esto para impulsar de forma integral plataformas de I+D (Investigación y Desarrollo) y crear normativas que estimulen la bioeconomía desde otras vertientes identificadas en campos de investigación. Cabe destacar que, a nivel de TFG, el tema de bioeconomía identificado en Centros de Investigación Públicos en Costa Rica ha residido en un abordaje desde la veterinaria y la agronomía (Jiménez, 1997; Marín, 2012; Lardone, 2019; Santo, 2021; Vargas, 2017).

² De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada durante el I y II Ciclo del 2021 en el Seminario Trabajo Final Graduación I y II.

No obstante, aunque el objeto de estudio no se haya analizado específicamente en el país, hay cierto consenso en la academia en que los países latinoamericanos tienen la ventaja de utilizar este modelo y sus enfoques debido a que cuentan con gran diversificación de sus recursos naturales, poseen una amplia trayectoria del sector agro y enfrentan retos como la disyuntiva campo/industria, la cual es socavada por este paradigma, pues tecnifica y sofisticada la agricultura mediante tecnología y nuevas prácticas (Lachman *et al.*, 2020; IICA, 2021; Zúñiga *et al.*, 2018; Hodson de Jaramillo, 2018). Así, aunque institucionalizar un nuevo modelo de desarrollo puede ser un reto, según Hodson de Jaramillo (2018) y Martínez Riascos (2020), es la única forma que tiene el ser humano para poder subsistir, pues un crecimiento tan acelerado basado en modelos de desarrollo dependientes de combustibles fósiles ha provocado inseguridad alimentaria y nutricional, agotamiento de los recursos naturales y una eminente crisis climática. Por ello, la bioeconomía debe ser establecida para innovar el sistema de producción estatal y disminuir el grave impacto que ha provocado el desarrollo humano. Asimismo, Ponce y Azamar (2016) indican que para lograr este objetivo deben capacitar los recursos humanos, mejorar la infraestructura e invertir en I+D, lo que le permitiría a Centroamérica tener un desarrollo bioeconómico y ser promotora de una economía verde.

Finalmente, al hablar de literatura que abarque la bioeconomía, no se cuenta con evidencia académica que permita hacer referencia a la situación del conocimiento relativo a las acciones de política comercial que pueda realizar el Estado costarricense para mejorar su mercado nacional de la bioeconomía de forma específica. No obstante, sí existe documentación a nivel regional y mundial, por ejemplo, el *Global Bioeconomy Policy Report* (International Advisory Council on Global Bioeconomy, 2020) indica que EE. UU. creó en 2005 las subvenciones para el desarrollo de la bioeconomía regional.³ Entonces, a partir de las consideraciones anteriores, el valor del presente TFG es que constituye un primer esfuerzo para construir información sobre una temática de alto valor para transformar los sistemas de producción en el país, es decir, promover una alternativa a las formas de desarrollo humano tradicional basadas en una alta dependencia a

³ En esta iniciativa, el Congreso solicitó que la Secretaría de Agricultura otorgara subvenciones a la bioeconomía regional, asociaciones de desarrollo, asociaciones comerciales agrícolas o energéticas, o universidades de concesión de tierras para apoyar el crecimiento y desarrollo de las bioeconomías regionales (42 U.S.C. §16254).

combustibles fósiles y combatir la crisis climática. En ese sentido, el trabajo sirve como un insumo para investigaciones posteriores en la temática desde la Relaciones Internacionales.

VI. Diseño metodológico que orientará el proceso de investigación

En primera instancia, es fundamental mencionar la delimitación temporal de esta investigación: 2010-2020. Esto debido a la reciente incorporación de la bioeconomía a los modelos de desarrollo y su proliferación (International Advisory Council on Global Bioeconomy, 2020). Ahora bien, la posición epistemológica bajo la que se sustenta el estudio corresponde al pragmatismo. El supuesto de realidad se basa en que la información que es útil para explicar el objeto de estudio es aquella considerada como verdadera. De tal manera, se apoya en el método mixto para permitir la triangulación de los datos cuantitativos o cualitativos con otras técnicas, como los son los estudios de caso. Cabe destacar que la variable independiente del objetivo general de esta investigación es la articulación de acciones de política comercial del Estado costarricense, mientras que su variable dependiente son las condiciones del mercado nacional de la bioeconomía.

La necesidad de hacer una investigación mixta surge por la naturaleza compleja de la investigación, donde coexisten un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, “así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio” (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018, p. 29). Cabe mencionar que el estudio de caso es entendido como un análisis que se realiza a una unidad integral para responder al planteamiento de un problema (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2008). Mertens (2005) lo conceptualiza como una investigación sobre una organización, comunidad o sociedad. En este caso, se analizan específicamente los países, pues son la representación máxima de la sociedad internacional.

Cabe desatacar que las subunidades de análisis son las políticas/proyectos/estrategias y documentos que se analizan y en los casos de análisis de contenido son las palabras, oraciones o párrafos. En la presente investigación, se utiliza esta técnica para analizar las acciones que han implementado los países líderes en la materia en el hemisferio occidental con el propósito de adaptar esos casos a la mejora del mercado bioeconómico costarricense. A continuación, se detalla cómo se procede con el análisis por cada objetivo.

Para identificar la crisis climática como amenaza a la seguridad y su incidencia en las políticas comerciales, se realiza una búsqueda, organización y análisis documentales de informes

emitidos por el Consejo de Seguridad de la ONU, reportes de la *Military Advisory Board* del Gobierno de EE. UU. (2007, 2014) y el Consejo Europeo de la Comisión de la UE, así como publicaciones periódicas o libros referentes a la temática, teniendo en cuenta diferentes posturas teóricas que permitan un criterio parcial sobre el objetivo. La revisión bibliografía está acompañada de un análisis de contenido cuantitativo, por medio del software *Atlas.ti*, de aquellos informes del Consejo de Seguridad de la ONU que mencionen el tema ambiental, con el objetivo de estudiar la comunicación de manera objetiva y sistemática y así crear categorías o subcategorías que permitan un análisis a profundidad y un conteo de palabras (Hernández-Sampieri, 2014). Así, se analizan cartas, informes y reportes del Consejo de Seguridad con *Atlas ti* y se complementa con el software en *NVIVO*, para la creación de un gráfico con el estilo de mapa de jerarquías, lo cual explicita las ocasiones en que esta temática ha sido objeto de discusión en el Consejo de Seguridad.

Para la aplicación del análisis de contenido, se utilizan los párrafos como unidad de análisis. Ahora bien, es importante explicar el sistema de clasificación que desarrolla *Atlas.ti*, por ejemplo, “1:4 p 2 in Declaración de presidencia 2011”, donde “1” corresponde al número de texto catalogado; “4” al número de párrafo catalogado dentro de ese texto; “p 2” al número de página del texto donde se encuentra tal párrafo (que permite identificarlo dentro de la fuente original); y “Declaración de presidencia 2011” corresponde al nombre del documento analizado.

En ese sentido, se realizó una revisión bibliográfica del 2010 al 2020 de los documentos del Consejo de Seguridad para identificar aquellos que hubiesen reconocido a la crisis climática como una amenaza directa a la seguridad. Esta situación fue encontrada en el 1:1, 1:5-1:7 p 1; 1:2-1:4 p 2 **in Declaración presidencial 2011**; 6:2 p 49; 6:1, 6:3 p 50 **in Informe anual 2010-2011**; 7:1 p 10; 7:2 p 2; 7:3 p 45 **in Carta-Efectos humanitarios de la degradación del medio ambiente y la paz y la seguridad-2020**; 8:1-8: 2 p 2 **in Carta Bolivia**; 9:1-9:4, 9: 6 p 2; 9:5, 9:7-9: 9 p 3 **in Carta Niger**; 10:1-10: 2, 10: 7, 10: 8, 10: 15 p 2; 10:3, 10: 9 p3; 10:4-10:5, 10:10-10: 12 p 4; 10: 13 p 5; 10: 6, 10: 14, 10: 16 p 6 **in Carta hacer frente a los efectos de los desastres relacionados con el clima en la paz y la seguridad internacional**; 11: 5 p. 5; 11: 1-11: 4 p 9 **in Carta de República Dominicana** 12:1-12: 2, 12: 5-12: 6 p 4; 12: 3-12:4, 12: 7 p 5; 12: 8-12:9 p 6 **in Carta Suecia**; 14: 1-14: 2, 14: 4-14: 6, p 39; 14: 7 p 28; 14: 8-14: 9 p 40; 14: 10 p 49, 14: 3, 14: 11-14: 14 p 51 **in Carta sobre seguridad y clima**.

Ahora bien, para analizar los proyectos bioeconómicos que han implementado los países líderes en materia en el Occidente, se utilizan tres criterios:

- a) Estrategias de difusión: Existen estrategias para que toda la población pueda involucrarse en una migración hacia la bioeconomía como modelo de desarrollo económico.
- b) Desarrollo del proyecto: Cuenta con estrategias comerciales y económicas para su implementación.
- c) Sostenibilidad: Cuenta con instituciones, alianzas estratégicas y normativa institucional para su puesta en práctica.

A su vez, se realizan entrevistas a especialistas en la materia en los países seleccionados para evitar la pérdida de algún elemento que resulte vitalicio en el desarrollo de la bioeconomía en el periodo estudiado. Se destaca que los profesionales entrevistados tuvieron que haber participado de forma directa en la formación de la bioeconomía en los países. Los países seleccionados son Argentina, Brasil, Colombia, Estados Unidos y la Unión Europea. Canadá se excluye de este conteo debido a que la iniciativa surge desde el sector privado (incumple el tercer criterio). Luego, para determinar las acciones que ha implementado el Estado costarricense para el desarrollo de la bioeconomía, se realiza un análisis documental de la Estrategia Nacional de Bioeconomía, así como de las políticas públicas o documentos de origen gubernamental que mencionan expresamente la estrategia, noticias que se hayan publicado al respecto y literatura académica reciente. Así, se extraen las principales propuestas vigentes y aquellas que están en proceso de formulación.

Del mismo modo, se realiza un mapeo de actores para conocer las figuras políticas o expertos en la materia que impulsan la temática en el país y, de esta forma, realizar una entrevista estructurada para conocer los desafíos y retos que enfrenta la institucionalidad bioeconómica costarricense y otros aspectos relevantes que no se hubiesen identificado en el análisis documental. A su vez, se realiza un análisis documental para conocer desde cuándo los centros de educación superior han trabajado esta temática. Para llevar a cabo este objetivo, se realiza una revisión documental en las bases de datos de las Universidades Públicas. Cabe mencionar que, aunque se proyectó analizar desde el 2010 al 2020, el periodo para este caso se extendió al 2023 (debido al lanzamiento de la estrategia de bioeconomía fue en 2020). Incluso, el ente rector de la estrategia indicó estar trabajando aún en su operacionalización (Vega, 2023, comunicación personal).

Finalmente, para demostrar la utilidad del modelo bioeconómico desarrollado en los países líderes para la mitigación de los efectos de la crisis climática y el aumento de la competitividad comercial en el país, se analizan los resultados obtenidos en los capítulos anteriores. Para esto, se revisan los proyectos implementados en los Estados líderes en la materia y la posibilidad de adaptación de acuerdo con las oportunidades y desafíos del mercado nacional de bioeconomía.

Esto se complementa con un análisis prospectivo cuantitativo por medio de una tendencia lineal y una ecuación simple, en que se analizan series de tiempo donde los futuros están condicionados por los patrones pasados que muestren las series de datos numéricos (Gándara y Osorio, 2014). En ese sentido, se conocen las emisiones de MtCO₂ (megatoneladas de dióxido de carbono equivalente) que han emitido los países del 2010 al 2020, consultando la base de datos del *Climate Action Tracker* (CAT), la cual cuenta con la información actualizada en cuanto a la emisiones de MtCO₂ de cada país y su avance en contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC por sus siglas en inglés). De tal modo, se coloca en un Excel las emisiones de MtCO₂ de cada país del 2010 al 2020 y, por medio de este software, se realiza una tendencial lineal y se realiza una extrapolación a futuro de 10 años para saber cómo reaccionarán la emisiones de MtCO₂ con una implementación de la bioeconomía. Asu vez, se realiza una ecuación simple con la finalidad de conocer si esta proyección está marcada por un crecimiento o decrecimiento.

Cabe destacar que para cumplir este objetivo se contó con limitaciones relativas a información, pues hubo que construir la data, ya que actualmente no se cuantifica el impacto de la bioeconomía y su relación con la crisis climática. En ese sentido, al tener que construir los datos, se utilizó la literatura de referencia en cuanto a la conversión de 1 litro de biocombustibles es igual 0.59 kg de CO₂ (Seaboard, 2023), mientras que un 1 litro de gasolina equivale a 2.35 kg de CO₂ (Diario Oficial de la UE, 2010), para ello la data en m³ de biocombustibles pasó a litros⁴, utilizando la siguiente conversión correspondiente. Vale mencionar que existen discusiones teóricas sobre estas equivalencias, pero se salen del alcance de la presente investigación.

⁴ Por ejemplo: 40 m³ * 1000: 40,000 Litros.

Capítulo II. Las políticas comerciales como eje medular para el resguardo de la seguridad internacional ante la crisis climática

El principal culpable del calentamiento mundial –afirman los científicos con unanimidad infrecuente en una cuestión tan compleja– es el ser humano. La auténtica novedad, la importancia histórica incluso, del contenido de este informe es la contundencia con que se desarma cualquier intento de excusarse o dudar que la causa del evidente cambio climático sea el ser humano.

(IPCC, 2007)

Pertinencia de la crisis climática como amenaza a la seguridad internacional

La seguridad nacional es un elemento que se ha construido a partir de los intereses geopolíticos de cada país. Su objetivo principal es garantizarle al Estado la condición de estar libre de todo daño, peligro o riesgo, ya sea que provenga de amenazas internas o externas, para garantizar la soberanía, la promoción del interés de la nación y disminuir sus vulnerabilidad frente al exterior (Herrera y González, 1990). Inicialmente, esta orientación fue asociada a una visión de seguridad tradicional basada en los postulados de la bipolaridad propia de las guerras llevadas a cabo entre 1914 y 1990. En efecto, el diseño de la Carta de las Naciones Unidas puso sobre la mesa de discusión global nuevas interpretaciones de la seguridad nacional, con énfasis a la seguridad internacional, apostando por la premisa de la seguridad de todos por todos (Negretto, 2000).

En la medida en que el sistema internacional fue robusteciéndose, las seguridades nacional e internacional empezaron a compartir objetivos en común, por ejemplo, la lucha contra el terrorismo y la proliferación de las armas nucleares. De hecho, cuando hay una amenaza a la seguridad internacional, aumentan los esfuerzos para contratacarlos (*Military Advisory Board*, 2007; Consejo de Seguridad, 2019). En ese sentido, el rol del Consejo de Seguridad es fundamental, pues es el máximo órgano encargado de la temática en el sistema multilateral. Él incorpora e identifica las amenazas que enfrentan las sociedades globales y propicia que las agendas de seguridad nacional incluyan tales elementos y se alerten ante los nuevos peligros o, en palabras del propio Consejo de Seguridad de la ONU, que puedan “determinar si existe una amenaza a la paz o un acto de agresión y recomendar qué medidas se deben adoptar” (2019, §5). Ahora bien, también resulta menester entender qué elementos son una amenaza para la seguridad internacional y cómo estos se pueden interpretar de forma variada según sus teorías y conceptualizaciones.

Evolución o retroceso del concepto de amenaza

Tratar un fenómeno desde el punto de vista de seguridad internacional permite que el Estado no solo destine partidas presupuestarias para su mitigación, sino que establezca estrategias unilaterales y multilaterales para la protección de su ciudadanía (Consejo de Seguridad de la ONU, 2019). Así, los enfoques para analizar la seguridad internacional han evolucionado a lo largo del tiempo, tratando de comprender y atender la compleja realidad desde diferentes posiciones.

A partir del modelo Estado-Nación, instaurado por el orden westfaliano, la seguridad fue entendida en términos de preservación de la soberanía territorial, lo que dio paso a un enfoque tradicionalista que privilegiaba la protección de la población y el territorio, identificando como amenaza todo aquello que atentara contra estos dos elementos (Franca, 2006). Al ser ese un periodo de estabilidad, se consolidaron las libertades económicas y el sistema multilateral, dando como resultado la creación de instituciones como la OTAN y la TIAR (Segura y Matul, 2013).

Posterior a este periodo de bonanza económica y aparente seguridad internacional, diferentes teóricos (Sodupe, 2003; PNUD, 1994) cuestionaron ese enfoque tradicional e identificaron otros factores que pueden afectar el bienestar de los individuos que conforman un Estado. Así, se resignificó el concepto y se pasó a entender como amenaza cualquier actividad que tenga pueda perjudicar la libertad y autonomía de las personas. Al respecto, Segura y Matul (2013) afirman que el “ámbito de acción de la seguridad no le corresponde únicamente a lo militar ni al uso de la fuerza, sino también implica otros múltiples ámbitos como el ambiental, social, económico” (p. 107).

Posteriormente, en el 2003, gracias a la Conferencia Especial sobre Seguridad celebrada en México, surgió un enfoque multidimensional, el cual explica cómo la seguridad nacional de cada Estado contribuye a la consolidación de una paz positiva para la seguridad internacional. Así, se amplió lo que hasta entonces se entendía por amenaza a la seguridad y se incluyó lo referente a justicia social, paz, desarrollo integral de las poblaciones, resguardo de principios democráticos y defensa de los derechos internacionales (OAS, 2003). Este enfoque prioriza la cooperación y postula que los desastres pueden ser naturales o de origen humano (Segura y Matul, 2003).

Finalmente, en Centroamérica se adoptó un enfoque correspondiente a seguridad democrática, que alude al resguardo de las instituciones provenientes del Estado de Derecho, entendiendo que cualquier acto que amenace el sufragio, las libertades y la permanencia de las instituciones es un potencial peligro para la seguridad de los Estados (IIDH, 2010).

Ahora bien, pese a los esfuerzos teóricos realizados para ampliar las concepciones de lo que puede ser una amenaza a la seguridad, el Consejo de Seguridad de la ONU ha mantenido una posición restrictiva (Tenorio, 2009). Ejemplo de ello son las generaciones de amenazas que se crearon para identificar los peligros en las unidades de seguridad de cada país, las cuales varían de un autor a otro. Por un lado, las amenazas de primera generación se centraron en identificar la fuerza que tenía el enemigo por medio del poder de su ejército en términos de extensión, armas y estrategia (Simons, 2010; OTAN, 2021) (p. ej. las guerras anglo-españolas, guerra de los siete años, etc.). Por otro lado, en las amenazas de segunda generación predomina el enfoque tradicional, en la medida en que en este momento histórico existía una mayor consolidación de los Estados y, por tanto, un aparato militar que incorporaba las novedades propias de la revolución industrial y maximiza el alcance sus armas. Por ello, se identifican como amenazas los aparatos militares de cada Estado y sus operaciones implementadas (Bunker, 1996; Twfiak, 2020) (p. ej. la Primera Guerra Mundial).

Las amenazas de tercera generación giraron en torno a las milicias, quienes habían perfeccionado su estrategia a partir de los conflictos anteriores y priorizaron el fuego con gran potencia y las bombas nucleares (OTAN, 2021; Tarzwell, 2018) (p. ej. la Segunda Guerra Mundial y la Guerra de Corea). Recientemente, se han formado amenazas de cuarta o quinta generación, las cuales implican una combinación entre lo tradicional y nuevas formas de ataque. En ese sentido, incorpora elementos militares y políticos, pero también aspectos sociales, comunicativos, económicos, legales, políticos e infraestructurales (Bartolomé, 2019; Galán, 2018) (p. ej. ciberataques y el asesinato del General Soleimani).

La suma de estas consideraciones muestran que, aunque los enfoques teóricos han sido innovadores, progresistas y críticos en temas de seguridad internacional, en la práctica se conciben de modo distinto las amenazas y se clasifican en generaciones de forma ortodoxa y tradicionalista (Tenorio, 2009). Así, se ve que entre los enfoques teóricos de seguridad y las conceptualizaciones de amenaza no existe concordancia. Esta situación puede responder a que el núcleo del Consejo de Seguridad de la ONU mantiene una esencia tradicional y restrictiva, en el entendido de que se apela en mayor medida a un modelo de seguridad principalmente coercitivo (Tenorio, 2009).

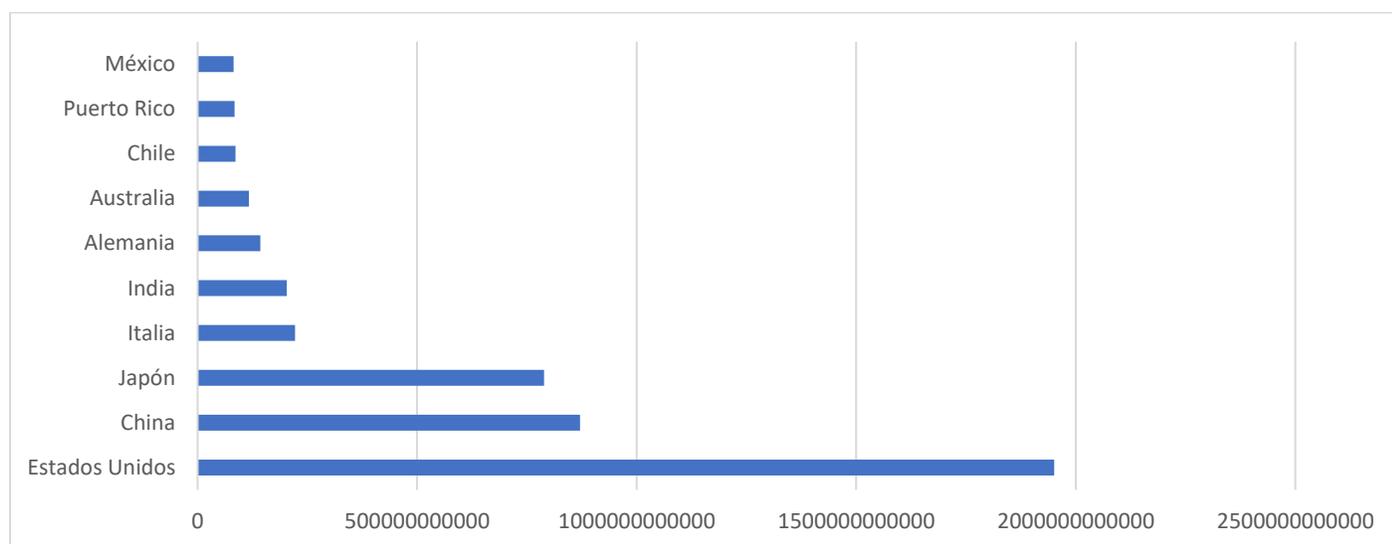
Incidencia de la crisis climática en la seguridad internacional

Teniendo en cuenta el rol que juega el Consejo de Seguridad, es necesario discutir si los postulados de la *Green Theory* (Barry, 2014) son pertinentes para identificar la crisis climática

como una amenaza a la seguridad internacional. Para Dunne *et al.* (2013), la crisis climática atenta contra la seguridad internacional y está presente a nivel local, regional y mundial, de modo que el papel de un solo Estado es insuficiente para eliminar esta problemática. Por su carácter urgente, global (Beck, 2021; Jones, 2020) y la creciente disociación entre poder y política (Bauman y Bardoni, 2016), las medidas para mitigarla y adaptarla deben ser internacionales. Si no hace así, las acciones serían solo un mosaico de esfuerzos sin coordinación ni estrategia.

Para medir los daños provocados por la naturaleza, desde los noventa hasta ahora distintos centros de investigación de las Naciones Unidas, los Gobiernos Nacionales, organizaciones intergubernamentales, compañías de seguros e incluso la prensa conformaron la Base de Datos Internacional sobre Desastres (EM-DAT), debido a que los daños provocados incrementaron. Los países del mundo más afectados resultan ser EE. UU., China y Japón (gráfico 1).

Gráfico 1. Daños totales estimados (en US\$) por desastres naturales, 1900 a 2022



Fuente: EM-DAT (2022).

Estas cifras indican la cantidad de dinero que representaron los daños causados por cualquier actividad proveniente de la naturaleza (erupciones, temperaturas extremas, etc.) y no la inversión de los gobiernos de turno para solventarlos. Si se incorpora la crisis climática como una amenaza a la seguridad desde un enfoque práctico, estas cifras podrían disminuir drásticamente en la medida en que habría acciones de cada Estado y estrategias conjuntas en temas de mitigación y adaptación (Consejo de Seguridad, 2020). Fernández Pereira (2005) menciona que, en virtud de la globalización, la seguridad nacional e internacional se encuentran interconectadas, de modo que lo que sucede en un país afecta a otras latitudes. Beck (2021) afirma que “para evitar problemas

locales –como la posible inundación de Londres, Tokio, New York si la temperatura aumentara 4° C más– se necesitan iniciativas globales, un *global deal*” (p. 17). Es decir, todos los Estados deben participar, aunque su principal movilización se encuentre sustentada en intereses individuales.

Entender esta realidad, según Bauman y Bardoni (2016), implica un cambio de paradigma sobre cómo la sociedad y la ciudadanía mundial entienden el Estado, pues demuestra que la esfera de la seguridad no la puede proporcionar un único Estado. Esto desafía la conceptualización del Estado moderno, entendido desde una óptica hobbesiana, donde el ser humano se circunscribe a un contrato para abandonar el estado de naturaleza en el que se encontraba inmerso (Hobbes, 1994). En ese momento se fundamenta no solo el poder político o el orden institucional, sino también se legitima dentro de los imaginarios sociales la figura del Estado independiente como máximo garante de la protección de los derechos fundamentales y de la seguridad humana.

Estos postulados solidificaron y sustentaron el realismo en las Relaciones Internacionales y, a partir de ello, el rol del Estado ha sido fundamental para resguardar la seguridad de su ciudadanía frente a guerras o cualquier agresión interna o externa. No obstante, en ellos existen situaciones no deseadas que amenazan la calidad de vida de la población sin que un Estado de forma unilateral puede tener un amplio margen de acción para detenerlas (Beck, 2021). Esta situación indica que el concepto de amenaza se ha modificado a lo largo del tiempo, pero no quiere decir que una postura como la de Walzer (2001), de “toda violación de la integridad territorial o de la soberanía política de un Estado independiente” (p. 23), se encuentre desfasada, sino que existen otras amenazas que no afectan la independencia de un Estado, pero sí la salud, economía y bienestar de los individuos de cada país, como la crisis climática (Tenorio, 2009).

Un Estado no puede eliminar la crisis climática por dos motivos: 1) lo local no puede controlar lo global de manera autónoma y 2) los Estados no son la única fuente de autoridad y poder (Aceves Villalvazo, 2018). Por eso, se apela al fortalecimiento y apoyo de sistemas multilaterales. De acuerdo con la ONU (2021), más de 113 Estados resaltaron la importancia de identificar la crisis climática como una amenaza a la seguridad internacional. Sin embargo, el 13 de diciembre de 2021 el Consejo de Seguridad denegó la resolución que la fijaba como una en las estrategias de prevención de conflictos. El rechazo se hizo en apego al capítulo VII de la Carta de las Naciones Unidas, debido al voto negativo de su miembro permanente, la Federación Rusa. Además, se destacó el abstencionismo de China y la negativa de la India.

Si se hubiese aprobado la resolución, habría más probabilidad de que los países destinen parte de su presupuesto de seguridad a elementos referentes a favorecer la adaptación y mitigación de la crisis climática, ya que actualmente solo el rubro referente a armas supera ampliamente la inversión en protección ambiental. (SIPRI, 2021, CEPAL, 2018). Esto resalta las prioridades y preocupaciones que tiene designadas cada Estado. Sin embargo, todos reportan una contaminación del aire en menor o mayor medida, como lo demuestra la Ilustración 1. Tanto la abstención de China como la negativa de India son notables, ya que ambas naciones pertenecen a regiones donde el aire se clasifica como insalubre o peligroso.

Ilustración 1. Mapa de Contaminación del aire del mundo al 2022



Fuente: Air Quality Index (SEP, 2022).

De acuerdo con Segura, D. y López (2011), se podría deducir que una de las razones por las cuales se ha mantenido un enfoque tradicional de seguridad es el factor de urgencia, es decir, que existen situaciones que deterioran más rápidamente la vida humana. En ese sentido, desde una perspectiva tradicional, la guerra ejerce mayor presión en términos inmediatos que los efectos del cambio climático. Sin embargo, el secretario general de las Naciones Unidas, António Guterres, indicó que la crisis climática en la cual se encuentra inmerso el mundo es inmediata, sin precedentes y multifactorial y subraya que “estamos en una carrera contra el reloj... nadie está a salvo de los efectos destructivos de la perturbación climática” (ONU, 2021).

Estos efectos pueden desembocar en una guerra. Según la ONU (2018, §1), “los recursos naturales causaron más del 40% de las guerras en los últimos setenta años”, por ejemplo, las disputas en Medio Oriente y África se dan, entre otras, por el acceso recursos (petróleo, agua, tierra

y minerales). Además, en el 2020 el agua empezó a cotizar en una plaza de mercado de materias primas, mostrando que podría llegar a ser tan valiosa como el petróleo (EF, 2020).

Beck (2021) indica que la crisis que enfrenta la humanidad no muestra precedentes, en la medida en que todas las clases sociales, sin distinción del país, sufrirán los mismos efectos. No obstante, habrá una diferencia en la inmediatez en la que suceden, ya que las regiones o territorios vulnerables al cambio climático a menudo también sufren de:

pobreza, gobernanza débil y actividad terrorista, de los 15 países más expuestos a los riesgos climáticos, ocho albergan una misión política especial o de mantenimiento de la paz de las Naciones Unidas, incluso en Malí, donde los terroristas ... se han aprovechado de las crecientes tensiones entre pastores y agricultores para reclutar, mientras que en Irak y Siria, el Estado Islámico en Irak y el Levante (ISIL), también conocido como Da'esh, se ha aprovechado de la escasez de agua. (ONU, 2018)

Sumado a ello, la crisis climática acentúa los efectos provocados por la guerra e incluso hay similitudes entre las consecuencias provocadas por ambas para con la humanidad. De hecho, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) pronóstica que la contaminación atmosférica provocada por la crisis climática será la principal causa de mortalidad prematura (OCDE, 2013).

Tabla 2. Efectos de la guerra y la crisis climática

Sufrimiento en asentamientos humanos
Desplazamientos humanos y de especies
Destrucción del ecosistema
Afectación de servicios
Destrucción de infraestructura productiva, pública y privada
Afectaciones de las exportaciones
Inseguridad alimentaria y energética
Dificultad para acceder a recursos como agua

Fuente: OPS y OMS (2020); *Military Advisory Board* (2014) y Consejo Europeo de la Comisión de la Unión Europea. (2008).

Finalmente, aunque la crisis climática sea considerada como una amenaza a la seguridad desde diferentes Estados y posturas epistémicas, aún no está incorporada como una amenaza desde la práctica ni es reconocida como tal por el Consejo de Seguridad de la ONU. El contexto actual

es inédito y sin precedentes, y existe una necesidad mundial de ejecutar acciones coordinadas y estratégicas para disminuir la temperatura a 1.5° C (IPCC, 2019). Para ejecutar esta acción, la temática debe verse como una afectación teórico-práctica, partiendo del ecocéntrismo de la *Green Theory*, donde el ser humano forma parte del ecosistema y la afectación que cause a la naturaleza tendrá una contra respuesta en sí mismo. Si bien los teóricos detractores –como Deudney (1992)– han comentado que una amenaza se caracteriza porque los ataques están condicionados por la intencionalidad de hacer daño, en este caso no se tiene la intencionalidad *per se*, pero sí conocimiento de la potencialidad del daño que puede provocar la continuidad de sus acciones.

Nueva generación de amenaza y su vinculación con la política comercial

La humanidad entera se encuentra ante una nueva generación de amenazas donde no necesariamente prima la violencia o la intencionalidad del daño, como menciona Deudney (1992), sino que es algo más complejo y profundo. Esto muestra la interdependencia a la que se encuentra sometida la humanidad del ambiente que le rodea. Ambos actores, naturaleza y ser humano, se encuentran en una encrucijada, donde el segundo necesita del primero para subsistir, no viceversa. Así las cosas, la continuidad del sistema productivo dependiente de energías fósiles y explotación ilimitada de los recursos naturales con el fin de aumentar su productividad y utilidad ha provocado un desgaste en los ecosistemas tanto marítimos como terrestres (CEPAL, OLADE y GIZ, 2003), afectando directamente a la humanidad, quien se dispara cañones contra sí misma.

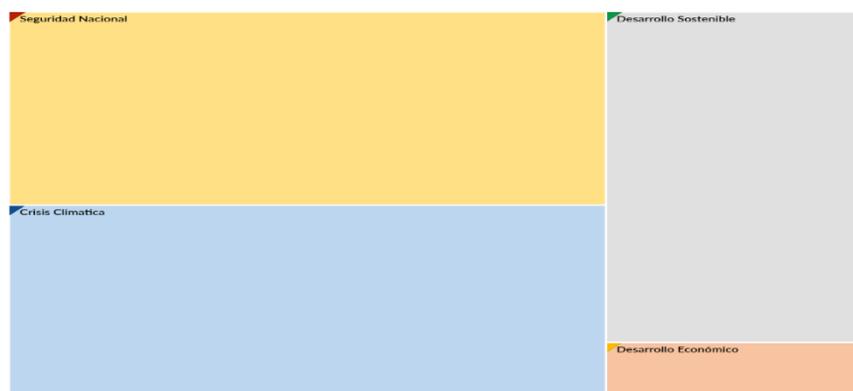
Aunque actualmente la última generación de amenazas/guerras sea conceptualizada por medio de la hibridación, especialmente porque sus tácticas incorporan elementos tradicionales como no tradicionales de la seguridad (Moya, 2019), la situación actual indica que la humanidad se encuentra frente a una nueva amenaza, donde las balas y armas tienen lugar, pero también sequías e inundaciones. Este contexto abre las puertas para la víspera de la inseguridad alimentaria, la cual sería el detonante de posibles guerras tradicionales por recursos naturales a gran escala. Si bien dichas amenazas se direccionaban en atacar a grupos/Estados específicos y de forma mutua, la humanidad entera sufría las consecuencias por medio del alza de los costos del precio de la vida, etc. Sin embargo, ante esta nueva amenaza las afectaciones serán directas para toda la humanidad en temas de salud, seguridad alimentaria y energética. La única diferencia es que sus consecuencias son graduales y las zonas vulnerables serán las primeras en recibir los drásticos impactos.

Esta amenaza, que debería ser conceptualizada de quinta generación, a diferencia de su predecesora, no sería una guerra entre gentes, como menciona Moya (2019), sino una guerra de la

humanidad contra sí misma, pues cada impacto que sufra la naturaleza se reflejará en todo el planeta. Esta amenaza pone en riesgo las sociedades globales y además provoca los mismos efectos de una guerra en términos ortodoxos, pero tiene un factor diferenciado: su impacto no es recibido de forma inmediata, sino en el mediano y largo plazo, lo que no implica sea débil o menos severo. Ante esto, Fernández-Pereira (2005) señala que “no puede haber seguridad internacional cuando la paz civil es incierta, pero sobre todo no puede haber seguridad nacional sin un contexto de paz internacional” (p. 26). Además, el autor destaca que la seguridad cada vez se hace más dependiente a otros elementos como el desarrollo, los derechos humanos y la protección al medioambiente.

De acuerdo con el análisis realizado con *Atlas.ti* a los documentos del Consejo de Seguridad del 2010 al 2020, se muestra una clara correlación entre crisis climática y seguridad. Pese a que no abunda documentación en donde esto se explicita, sí existen muestras con más de 63 menciones en el total de los 9 documentos analizados⁵. El análisis realizado con *Atlas.ti* se complementó con *NVIVO* para crear el siguiente gráfico de jerarquías (Gráfico 2), el cual muestra que la seguridad estatal y la crisis climática son una preocupación abordada por el Consejo de Seguridad y cómo su solución se relaciona a la búsqueda de un desarrollo sostenible. Es decir, el desarrollo sostenible se busca como una manera de mitigar los efectos de la crisis climática, pero no necesariamente como búsqueda del desarrollo económico.

Gráfico 2. Gráfico de jerarquía en el Consejo de Seguridad



Fuente: Elaboración propia basada en Llorentty- (2018); Montilla (2019); Cortorreal (2019); Abarry (2020); Skoog (2018); ONU (2020); Consejo de Seguridad de la ONU (2018).

La intervención del Consejo de Seguridad sería clave, pues al reconocer esta realidad como una amenaza a la seguridad internacional, se facilitarían la imposición de sanciones económicas o

⁵ Los documentos en cuestión se encuentran en la sección de metodología, con indicación sobre cuál es el documento y los párrafos en donde se menciona la crisis climática como una amenaza a la seguridad.

comerciales a países que fomenten comportamientos que agraven el potencial de la amenaza identificada. Esto implicaría que diferentes actores en un Estado se vean involucrados en los procesos de mitigación y prevención de las amenazas. Así, el Consejo de Seguridad sería un catalizador para que esta amenaza sea confrontada desde diferentes frentes e instituciones dentro de un país, pero no necesariamente implica que el tema quede circunscrito meramente a la esfera de competencia de los organismos de seguridad individuales de cada Estado, sino que constituye un llamado a la convergencia de esfuerzos interinstitucionales.

Ahora, un avance significativo sería que el Consejo de Seguridad opte por considerar las propuestas de los Estados miembros y aceptar una resolución que enmarque la crisis climática como vinculante para la seguridad nacional e internacional de los Estados. No obstante, según Rodríguez-Quesada (2023), no todas las resoluciones del Consejo de Seguridad son vinculantes para los Estados, pues su carácter obligatorio depende del lenguaje empleado, el cual puede delegar la implementación en los Estados. Entonces, a menos que el Consejo de Seguridad elabore una resolución vinculante, no se garantiza la imposición de obligaciones a los Estados.

El hecho de que no se haya tomado ninguna medida que demuestre las diferencias entre el avance de los enfoques de seguridad y la ortodoxa incorporación de lo que es concebido por amenaza ha provocado que los Estados destinen altas partidas presupuestarias al fortalecimiento de su equipo armamentista en detrimento de elementos como la protección al medioambiente (SIPRI, 2022; CEPAL, 2018). Desatender esta situación puede afectar directamente la economía y políticas comerciales de los Estados, pues, según la OMC (2020), se modifican las ventajas comparativas de los países interfiriendo en la estructura del comercio internacional. Esta situación se puede agravar en regiones donde su ventaja se encuentre en temas climáticos, geofísicos y agrícolas. En el caso particular de Latinoamérica, su impacto sería directo debido a su incidencia en la producción agrícola y en la seguridad alimentaria (IICA, 2014).

Las políticas comerciales sobre el tema agrícola pueden reconfigurarse: si las temperaturas atmosféricas sufren cambios drásticos, es probable que las cosechas no prosperen y tanto el esfuerzo como la inversión de quienes cultivan se afectarían, lo cual crea un desequilibrio entre importaciones, exportaciones y subproductos en los países afectados. Además, las políticas comerciales relacionadas con el turismo evidencian la dependencia de muchos países a él, y la persistencia de la crisis privaría a estas naciones de estos activos (PNUMA y OMC, 2009).

La necesidad de identificar la crisis climática desde un punto de vista de seguridad internacional permite que a lo interno de cada Estado exista una coordinación multisectorial para lograr contrarrestar sus efectos. Por ejemplo, Costa Rica determinó que la mejor estrategia de seguridad para resguardar su territorio nacional era abolir el ejército y declararse un país pacífico. Así, empezó a instaurar estrategias de seguridad, políticas, religiosas, económicas, turísticas y civiles para lograrlo. Justamente, esa estrategia intersectorial dio como resultado que se considere la paz como un elemento identitario de la cultura costarricense (Cascante, 2015).

La UE y EE. UU. han implementado la bioeconomía no solo por la oportunidad productiva que representa, sino también porque han identificado la crisis climática como una amenaza a su seguridad (Military Advisory Board, 2014 y Consejo de la Unión EU, 2008). Este paradigma tecno-productivo ha resultado amigable con el medio ambiente, ya que propicia una respuesta efectiva y eficiente para el corto, mediano y largo plazo en el marco del resguardo de su seguridad estatal. Entre las primeras acciones que han ejecutado ha sido:

1. Estrategias de sensibilización y educación sobre la bioeconomía en etapas tempranas (materno, primaria, secundaria).
2. Políticas comerciales para incentivar la producción y el consumo de productos bio, el comercio, la agricultura, fomento de la internacionalización de los bioproductos, etc. (Chavarría y Trigo, 2022).

Mantener un enfoque tradicional implica que no se le brinde la atención necesaria al tema de la crisis climática, lo que a su vez repercute en la falta de mecanismos, herramientas, partidas presupuestarias y estrategias multilaterales para contrarrestar una amenaza mundial (ONU, 2021). Si el Consejo de Seguridad modificara el sentido restrictivo bajo el cual entiende el término, se podría cumplir con lo especificado por la OMC en el 2020: 1) validar la crisis climática como una amenaza y 2) potenciar la creación de políticas comerciales en temas de su mitigación y adaptación. Ahora, la cantidad de esfuerzos económicos en la materia son reducidos y siguen contando con mayor apoyo financiero lo relacionado a la salud, educación y seguridad (Banco Mundial, 2021).

Si bien, reconocer la crisis climática como una amenaza para la seguridad a nivel global y comprender cómo este reconocimiento influye en las actuaciones del Consejo de Seguridad, incluyendo sus implicaciones en las políticas comerciales, es importante resaltar que para que tal evolución tenga lugar, se requiere una adaptación de las estructuras y los enfoques internos del Consejo (Perazzo, 2007). De acuerdo con Porras (2023, comunicado personal), la UE ha ampliado

el concepto restringido de seguridad, incorporando elementos de seguridad humana –ambientales, sociales y democráticos–. Esta situación se puede ver reflejada en instrumentos con el pacto verde europeo, el cual tiene como finalidad ser el primero en lograr emisiones netas cero de gases de efecto invernadero para 2050 y un crecimiento económico desvinculado del uso de recursos fósiles y de un solo uso (European Commission, 2021).

En el marco del pacto verde, se han implementado políticas de índole comercial, por ejemplo, la creación de un marco normativo llamado *RefuelEU Aviation*, el cual tiene por objetivo impulsar la oferta y la demanda de biocombustibles de aviación (European Commission, 2023). A su vez, se ha impulsado el reglamento sobre suministros libres de deforestación, que busca que todos bienes clave⁶ colocados en el mercado de la UE ya no contribuyan a la deforestación y la degradación forestal a nivel mundial. Aunque las medidas de política comercial podrían hacer parecer al mercado de la UE como restrictivo, Porras (2023, comunicado personal) indica que para ello han implementado medidas de cooperación internacional, con el fin de apoyar a aquellos países que puedan verse perjudicados por estos cambios, pero al mismo tiempo provoca que los demás países empiecen a seguir las reglas del juego que la UE ha incorporado por medio de sus políticas comerciales.

Mientras tanto, en EE. UU. se formula en el *Green New Deal*, plan para abordar el cambio climático, donde se proponen desde subvenciones hasta incentivos comerciales para impulsar proyectos que busquen el resguardo del medio ambiente, nuevas formas de producción, disminución de las energías fósiles y disminución de los fenómenos meteorológicos extremos (U.S. Senator, Ed Markey of Massachusetts, 2023). Así, tanto EE. UU. como la UE han declarado abiertamente la necesidad de incorporar el tema climático dentro de su agenda de seguridad. Esa visión ha permitido que se avance en políticas comerciales que regulen la oferta y demanda de diferentes bienes, y que servicios logren realizarse sin deterioro medioambiental.

Ahora bien, Campos (2023, comunicado personal) indica que la comunidad internacional ha tomado medidas sobre este asunto, principalmente en el Comité de Ambiente del OMC, con énfasis especial en la economía circular, pues es el lugar donde se ha logrado encontrar vinculación entre productividad económica y sostenibilidad ambiental, ya que las políticas comerciales, dependiendo de la forma en la que se realicen, pueden contribuir o no a la crisis climática. Así, la especialista señala que, pese al alto grado de especialización de estos espacios, aunque se discuten

⁶ Tales bien son aceite de palma, ganado, soya, café, cacao, madera, caucho y sus derivados.

otras alternativas, como la bioeconomía, no existe mayor *expertise* político o técnico, haciendo que esta temática se vea involucrada en áreas más generales sin ningún grado de profundidad.

Ahora, aunque el concepto de cambio climático no está explícitamente reflejado en los acuerdos de la OMC, los objetivos de desarrollo sostenible y la protección ambiental ocupan una posición central en la organización, tal como se declara en el preámbulo del Acuerdo de Marrakech (OMC, 2023). La OMC ha hecho énfasis en la necesidad de modificar el modelo productivo desde el 2000, ya que el crecimiento económico, respaldado por un comercio abierto, transparente y basado en normas, ha traído prosperidad, niveles mayores de vida y alivio de la pobreza en muchas partes del mundo. Sin embargo, gran parte de este crecimiento se basa en enfoques lineales de *tomar-hacer-descartar*, de donde se extraen recursos vírgenes, comercializados y transformados en bienes, que luego se utilizan y descartan como residuos o emisiones (OMC, 2021)

Como resultado de este acelerado crecimiento económico y sumado a la alta demanda poblacional, la cantidad de recursos, incluida la biomasa, los combustibles fósiles, los metales, los minerales no metálicos y el agua extraída a nivel mundial, se ha triplicado durante los últimos 50 años (IPCC, 2019). De cara al futuro, se prevé un aumento en la demanda de los recursos, impulsado en gran parte por el crecimiento de las poblaciones con mayores ingresos (OCDE, 2019).

A raíz de este escenario, la OMC ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de las distintas estrategias de política comercial implementadas a nivel global, con el propósito de evaluar la efectividad en la influencia del Comité de Comercio y Medio Ambiente en el proceso de toma de decisiones en sus Estados miembros. En ese sentido, la OMC (2020, p. 4-8) identifica algunos ejemplos de estas iniciativas en política comercial:

- Reducir el uso de materias primas proveniente de minerales, fósiles combustibles y metales a la mitad para 2030 en Países Bajos.
- Mejorar en la productividad de los recursos en un 15% por medio de nuevos métodos de producción, permitiéndole reutilizar el 73% de los residuos sólidos industriales en China.
- Creación de objetivos sobre productividad de los recursos, su uso “cíclico” y desechos depositados en vertedero en Japón.
- Creación de enfoques de sostenibilidad en el ámbito de construcción en Finlandia.
- La iniciativa de la Alianza Africana de Economía Circular busca acelerar la adopción de prácticas que promuevan una economía circular en África mediante la promoción de intercambios sobre las mejores prácticas relacionadas con marcos normativos, asociaciones

público-privadas y financiamiento de proyectos de economía circular para cambiar hábitos de consumo y producción.

Ahora bien, aunque estas acciones son calificadas por la OMC como positivas, ya que los Estados han incorporado paulatinamente medidas en sus políticas comerciales para lograr la producción sostenible, no se ha penalizado el uso de energía dependiente a matrices fósiles, o la colocación de aranceles a productos altamente contaminantes. Esta situación se debe principalmente a que no se le ha otorgado al tema ambiental un sentido de urgencia o de seguridad internacional (OMC, 2023).

Capítulo III. Bioeconomía y su puesta en marcha: Repaso de la Bioeconomía por Argentina, Brasil, Colombia, Estados Unidos y Unión Europea

La amenaza no es sinónimo de catástrofe, significa
la anticipación de la catástrofe.
(Beck, 2007)

La bioeconomía parte del supuesto teórico de que tiene la capacidad de resolver grandes los problemas globales (Ponce *et al.*, 2016; Rey, 2019; Zúñiga *et al.* 2019; Rodríguez *et al.* 2017; Martínez-Riascos, 2020). Por ello, su evolución en el hemisferio occidental ha sido diversa, marcada por iniciativas consolidadas, otras en proceso y algunas implementadas sin un marco normativo nacional o estatal específico. Por lo tanto, en la elaboración de este capítulo se llevaron a cabo tres categorizaciones para comprender mejor este panorama:

1. Naciones con marco normativo establecido: se refiere a aquellos países que han implementado políticas públicas a nivel nacional o estrategias específicas en el campo de la bioeconomía.
2. Países con infraestructura institucional consolidada: esta categoría incluye a países que, a pesar de carecer de normativas específicas en bioeconomía, han establecido instituciones gubernamentales dedicadas a fomentar y gestionar el progreso de esta área.
3. Países en proceso de formulación normativa: este grupo comprende a los países que se encuentran en fases iniciales de establecimiento de marcos normativos, con esfuerzos principalmente en actividades como talleres, grupos de trabajo y mesas redondas como pasos iniciales para desarrollar regulaciones en el ámbito de la bioeconomía.

Entre los países con normativas en la materia se encuentran Colombia, Costa Rica, Brasil, EE. UU., Canadá y la UE (Gobierno de Colombia, 2020; MICITT, 2020; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2019; The White House, 2012; BIOTECanada, 2019; y Comisión Europea 2012). Argentina más de contar con una política pública en bioeconomía, creó una fuerte institucionalidad en este ámbito (Ministerio de Economía de Argentina, 2023). Mientras tanto, Ecuador, México, Paraguay y Guatemala (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2020; Gobierno de México, 2022; IICA, 2022; CEPAL, 2021) se encuentra en proceso de formulación de la normativa. En lo que respecta a las demás naciones, están adquiriendo conocimiento acerca de la bioeconomía a través de webinars, charlas, entre otros.

Conceptualizaciones de la bioeconomía ¿consenso o heterogeneidad?

Aunque las normativas han sido desarrolladas en diferentes territorios, la bioeconomía no tiene una definición homogénea ni consolidada; se han elaborado documentos relevantes en diversas regiones del mundo para comprender qué significa. Mientras tanto, organismos internacionales como la OCDE, (2009), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2018) y el GBS (Global Bioeconomy Summit, 2020) respaldan la bioeconomía como una alternativa al modelo económico actual. Para la UE, la bioeconomía es sostenible y circular, cubre todos los sectores y sistemas que dependen de los recursos biológicos (plantas, microorganismos y biomasa derivada, incluidos los desechos orgánicos), sus funciones y principios, y los productos y servicios relacionados. (Comisión Europea, 2018). Además, se incluyen e interrelacionan, según la Comisión Europea (2021):

- Los ecosistemas terrestres y marinos y los servicios que prestan.
- Todos los sectores de producción primaria que utilizan y producen recursos biológicos (silvicultura, pesca y acuicultura).
- Todos los sectores económicos e industriales que utilizan recursos y procesos biológicos para producir alimentos, forrajes, bioproductos, energía y sus servicios.

En EE. UU., la bioeconomía se propicia por medio de la “investigación y la innovación en las ciencias de la vida y la biotecnología, y que está habilitada por los avances tecnológicos en ingeniería y en informática y ciencias de la información” (The White House, 2012; Frisvold *et al.* 2021). Además, la OCDE indica que la bioeconomía se desprende de las ciencias biológicas, las cuales están agregando valor a una gran cantidad de productos y servicios. Sin embargo, desde una perspectiva amplia, la bioeconomía se refiere al conjunto de actividades económicas relacionadas

con la invención, desarrollo, producción y uso de productos y procesos biológicos. En sus proyecciones, la bioeconomía podría hacer importantes contribuciones socioeconómicas tanto en los países de la OCDE como fuera de ella. Se anticipa que estos beneficios optimicen la salud, incrementen la productividad en procesos agrícolas e industriales y favorezcan la sostenibilidad medioambiental. No obstante, el logro pleno de la bioeconomía no está asegurado, ya que realizar su potencial exige una acción política coordinada por parte de los gobiernos (OCDE, 2009).

Para el **IICA** (2018), la bioeconomía es la utilización intensiva de conocimientos en recursos, procesos, tecnologías y principios biológicos para la producción sostenible de bienes y servicios en todos los sectores de la economía. El **GBS** (2020) indica que el término bioeconomía es un concepto vivo, que se está formando y evolucionando constantemente, por lo que no tiene una definición única. En su cumbre del 2018, se definió como la “producción, utilización y conservación de los recursos biológicos, por medio del conocimiento, la ciencia, la tecnología y la innovación, proporcionando soluciones sostenibles (información, productos, procesos y servicios) dentro y a través de todos los sectores económicos” (p. 9). En ese sentido, el GBS asegura que la bioeconomía permitirá una transición a una economía sostenible.

En **Costa Rica**, la definición acordada concuerda a plenitud con lo plantado por el GBS. El MICITT (2020, p. 18) explicita lo entendido por recursos biológicos:

- La biomasa que se cultiva para producir alimentos, forrajes, fibras y energía.
- La biomasa de los recursos marinos y la producida mediante la acuicultura.
- La biomasa forestal, sobre todo la que se cultiva para su aprovechamiento en las industrias forestal y del papel y aquella extraída legalmente de ecosistemas naturales.
- La biomasa residual en los sectores agropecuario, pesca y acuicultura, forestal y agroindustrial.
- La biomasa que se puede recuperar de los desechos urbanos.
- Los desechos líquidos de la ganadería y de la actividad humana.
- La biodiversidad terrestre y marina, incluyendo la biodiversidad de aguas continentales (por ejemplo, elementos bioquímicos, genes, proteínas y microorganismos de interés para investigación y aplicaciones comerciales).

Al estar basada en el aprovechamiento de los recursos biológicos, se considera que la bioeconomía brinda las bases para una estrategia de desarrollo en la que se sustituye

paulatinamente el uso de los recursos fósiles. Por eso, **se postula que la bioeconomía es una vía para avanzar hacia la descarbonización fósil de la economía costarricense.**

La estrategia de **Colombia** comparte la definición del GBS (2020), y la Consultora Biointropic (2021) agrega al término lo referido a gestión eficiente y sostenibilidad de la biodiversidad y la biomasa para generar nuevos productos, procesos y servicios de valor agregado, basados en el conocimiento y la innovación. Así, la política propone dos ejes transversales:

- a) Integrar capacidades institucionales para la gobernanza de la bioeconomía a nivel nacional y territorial, para la medición y seguimiento, así como la comunicación de los beneficios, avances e impactos de la bioeconomía.
- b) Desarrollar mecanismos de incentivo, financiación e inversión para estimular el desarrollo de la bioeconomía. (Gobierno de Colombia, 2020)

Mientras tanto, **Brasil** creó su Programa Brasileño de Bioeconomía-Sociobiodiversidad, el cual la identifica con el uso sostenible de los recursos, así como la producción y uso de energía a partir de fuentes renovables que permitan ampliar la participación de estos segmentos en arreglos productivos y económicos. El Programa está organizado bajo cinco ejes temáticos: 1) estructura productiva de las cadenas de extracción (pro-extracción); 2) hierbas medicinales, aromáticas, condimentos, aceites y tés especiales de Brasil; 3) energías renovables para la agricultura familiar; 4) reconocimiento de sistemas agrícolas tradicionales; y 5) rutas de la socio-biodiversidad (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Gabinete da Ministra, 2019).

Finalmente, para Argentina “la Bioeconomía consiste en la producción sustentable de bienes y servicios a través del uso o transformación de recursos biológicos” (Subsecretaría de Alimentos, Bioeconomía y Desarrollo Regional, 2018, §1). Se destacan dos sectores específicos la: i) innovación y biotecnología y ii) la bioenergía. A su vez, entiende que es un paradigma que propicia el desarrollo sustentable (Ministerio de Economía de Argentina, 2018).

Después de analizar los términos adoptados por potencias mundiales y países de la región con políticas en bioeconomía, se observa que, a pesar de la premisa teórica de adaptar la bioeconomía a las necesidades y potencialidades específicas de cada país (Lachman, *et al.* 2020), las definiciones actuales carecen de especificaciones propias. En cambio, tienden a utilizar términos generales con cuatro elementos predominantes: producción sostenible, ciencia, tecnología e innovación. A diferencia de Brasil, los otros países incluyen lo relativo a recursos biológicos. Es relevante destacar que tanto Costa Rica como Colombia adoptan la definición

propuesta por el GBS (2018). No obstante, es notable que Costa Rica pone un énfasis en alcanzar la descarbonización fósil en su economía, lo que podría dar mayor apertura en temas de biocombustibles.

La bioeconomía emerge como un paradigma tecno-productivo innovador que ofrece a cada región o Estado la flexibilidad para adoptar enfoques diversos. Puede configurarse dentro de los parámetros de renovabilidad, sostenibilidad y circularidad o, en contraste, podría adoptar una perspectiva extractivista de la biodiversidad. A pesar de que su conceptualización intrínseca aboga por la circularidad y sostenibilidad, como señala Hodson de Jaramillo (2018), estos principios se ven permeados por factores políticos. Goven y Pavone (2015) incluso argumentan que el desarrollo óptimo de la bioeconomía está profundamente vinculado a intereses específicos, ya que su implementación representa un desafío al modelo predominante de desarrollo económico. En este contexto, la bioeconomía se convierte en un terreno en el que convergen no solo las aspiraciones técnicas y medioambientales, sino también las dinámicas políticas que influyen significativamente en su entendimiento, trayectoria y éxito.

La bioeconomía cuenta con el potencial para convertirse en el próximo modelo de desarrollo, pues permite la producción, utilización y conservación de los recursos biológicos en todos los sectores como la agricultura, silvicultura, acuicultura, energía, cosmética, textil, biofarmacéutica, alimenticia, etc., ya que propicia que incorporen en sus actividades las tecnologías habilitadoras y convergentes, como las biotecnologías, las nanotecnologías y la información, creando procesos novedosos, eficientes y sostenibles (GBS, 2020). Es relevante señalar que no existe un consenso sobre la definición de la bioeconomía, lo que ha dado lugar a diversas interpretaciones. Sobre eso, Frisvold *et al.* (2021) indican que “las definiciones a menudo han surgido en respuesta a las prioridades económicas, la base de recursos biológicos, la capacidad tecnológica y los enfoques regulatorios de cada país para el despliegue de la biotecnología” (p. 2). *Proyectos bioeconómicos en Argentina, Brasil, Colombia, Estados Unidos y la Unión Europea del 2010 al 2020*

I. Bioeconomía en Argentina

En 1996, Argentina descubrió tres elementos graves para mejorar en su producción: 1) los organismos genéticamente modificados, especialmente para hacer plantas resistente al clima y con

mayor productividad; 2) la siembra directa⁷, que permite mayor sostenibilidad, reduce la erosión y facilita el secuestro de carbono en la medida que implica sembrar las semillas sin preparar el suelo previamente; y 3), la introducción del glifosato, un herbicida que permite reemplazar todos los otros herbicidas a menos costo. Esta situación hizo que Argentina pasara de producir 30 millones de toneladas de cereales y oleaginosas a producir 100 en los años 2000 y 150 ahora. Efectivamente, los dos primeros componentes fueron los primeros pasos para dar camino a la biotecnología y, posteriormente, a la bioeconomía (Torroba, 2024, comunicación personal).

Acciones relacionadas con bioeconomía del 2010 al 2020

En el 2012 se realiza el proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa-PROBIOMAS, que promueve la conversión de biomasa residual en biogás y otras formas de bioenergía, lo cual desempeña un papel crucial en la diversificación de fuentes energéticas. Esta iniciativa la ejecutó la Secretaría de Gobierno de Agroindustria del Ministerio de Producción y Trabajo y la Secretaría de Gobierno de Energía del Ministerio de Hacienda, con el respaldo técnico y administrativo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (Gobierno de Argentina, 2022).

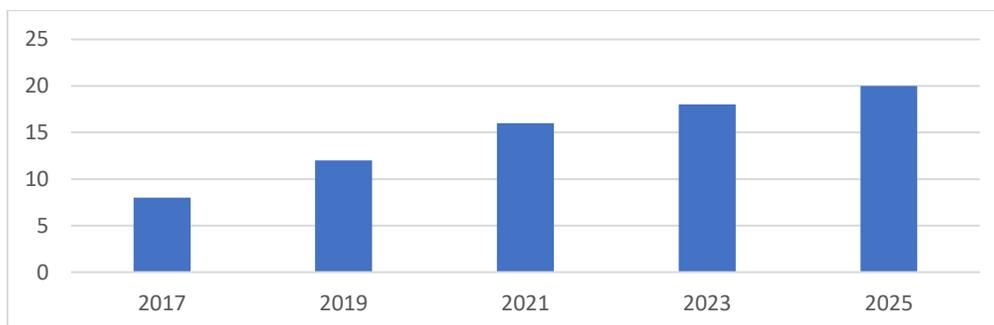
Esta estrategia ha contado con un kit educativo –aún disponible– de material de apoyo docente para la enseñanza de contenidos en el aula. Además, se realizó un mapeo de comunidades energéticamente vulnerables y se le entregó “60 cocinas multifunción, 9 estufas y 13 calefones en Paraje Yahaveré, Corrientes, Cerro Negro del Tirao en Salta, Santa Bárbara en Jujuy y Paraje Pinto en Córdoba” (Gobierno de Argentina, 2022, §4). Asimismo, se proporcionó asistencia técnica a personas involucradas para que pudieran generar su propia energía. La iniciativa culminó con la creación de un banco de proyectos destinado a dar a conocer las iniciativas de energía limpia disponibles en Argentina.

Dos años más tarde, en 2015, surgió el proyecto legislativo 27.191 del Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía. Su finalidad fue promover la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables, como los biocombustibles. La legislación estableció los porcentajes específicos de biocombustibles que debían incorporarse en el combustible, como lo indica el gráfico 3. Para su apoyo, creó el Fondo Fiduciario Público denominado “Fondo para el Desarrollo de Energías Renovables”, que se conformó como un

⁷ Se utiliza en diversas prácticas agrícolas, especialmente en la producción de cultivos como la soja, el maíz y el trigo.

fideicomiso de administración y financiero, cuyo comité ejecutivo es el “Secretario de Energía, dependiente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios; el Secretario de Política Económica y Planificación del Desarrollo, dependiente del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas; y el Presidente del Banco de Inversión y Comercio Exterior” (Ley 27.191, 2015, Art. 3).

Gráfico 3. Porcentaje de energía proveniente de fuentes renovables (%) en años



Fuente: Elaboración propia a partir de la Ley 27.191 (2015).

Además, proporciona incentivos fiscales como la posibilidad de ajustar los precios de la energía en función de cambios en las obligaciones fiscales que afectan al contrato. Por ejemplo, si hay aumentos en impuestos o tasas después de la celebración del contrato, los beneficiarios pueden trasladar esos costos al precio acordado en el contrato. Esta disposición brinda flexibilidad a los beneficiarios en caso de cambios en la carga fiscal que puedan afectar los costos del proyecto de energía renovable. (Ley 27.191, 2015).

Según Sarmiento (2022), posterior a esto se llevaron a cabo simposios a nivel nacional y regional, que crearon un espacio propicio para la información, discusión e interacción entre los diferentes actores vinculados a la bioeconomía. Desde 2015, se han celebrado encuentros en las regiones de Patagonia, Noreste, Centro y Noroeste, cada uno enfocado en temáticas específicas para abordar las particularidades de cada región y gracias a los múltiples esfuerzos en la temática. Un año después, el Ministerio de Agroindustria utilizó “el concepto de Bioeconomía para promover el desarrollo de bioproductos, bioenergías y biotecnología” (p. 88).

Mientras Ricardo Buryaile ocupó la administración del Ministerio de Agroindustria (2015-2017), se llevaron a cabo diversos esfuerzos para consolidar la institucionalidad de la bioeconomía. En este contexto, el Ministerio (2017a) destacó la necesidad de trabajar en la comunicación pública para integrar el concepto de bioeconomía en el imaginario nacional. Además, brindó respaldo al

desarrollo agropecuario, la diversificación energética y se implementaron mecanismos financieros para respaldar iniciativas productivas en el ámbito de la bioeconomía. Sobre este punto, se amplía:

la transición hacia nuevos sistemas productivos capaces de capturar los beneficios implícitos en la visión de la bioeconomía requiere de un sistema de financiamiento que reconozca las características de esos sistemas y las necesidades de esa transición. En línea con esto (i) se trabajará en conjunto con la Unidad para el Cambio Rural (UCAR), entidad que administra diversos programas de apoyo y financiamiento de fuente externa, dependiente de este Ministerio, a los efectos de que en la orientación de esas herramientas, y dentro de las posibilidades administrativas, se ponga un mayor énfasis en las iniciativas y proyectos relacionados con la bioeconomía; (ii) se trabajará con las entidades de la banca pública nacional y provincial, en la creación de líneas de financiamiento específicas, que incluyan una bonificación de la tasa de interés de manera de reducir el costo financiero de las inversiones en el campo de la bioeconomía; y (iii) considerando que el financiamiento en sí es un aspecto transversal al Estado, se buscarán otras alternativas de financiamiento que propicien la bioeconomía, en particular con la “Agencia Argentina de Inversiones y Comercio Internacional”, organismo encargado de promover la radicación de inversiones productivas en Argentina. (Ministerio de Agroindustria, 2017a, p. 37).

Paralelamente, se trabajó en el Grupo de Bioeconomía de la Subsecretaría de Bioindustria de la Secretaría de Agregado de Valor, que fue difundido con la finalidad de conocer las limitantes y posibilidades de la bioeconomía en la región para luego crear normativas (Torroba, 2024, comunicación personal). Al final de su administración, en 2017, el ministro estableció, mediante la resolución 190 E/2017, el Programa Fomento de la Bioeconomía. Este programa está bajo la jurisdicción de la Subsecretaría de Bioindustria, que forma parte de la Secretaría de Agregado de Valor del Ministerio de Agroindustria. Este Programa tuvo como “objetivo el fomento al desarrollo de la bioeconomía como estrategia para la agregación de valor, una mayor eficiencia en el uso de los recursos y el desarrollo territorial en forma sustentable y sostenible” (Ministerio de Agroindustria, 2017b, §1) y contó con una partida presupuestaria de 1,500,000 pesos.

Durante ese mismo año, se llevó a cabo el trámite parlamentario N. 27, titulado “Bioeconomía, desarrollo sustentable y nuevas técnicas de mercado, incorporación de su enseñanza en los establecimientos educativos de nivel medio”. Este trámite surgió con el propósito de introducir nuevos conocimientos en los establecimientos educativos de nivel medio y contribuir

a la concientización del desarrollo sustentable a través de la bioeconomía en las recientes generaciones (Diputados de Argentina, 2017). A su vez, desde 2017 se ofrece un programa de capacitación a distancia titulado “Introducción a la Bioeconomía Argentina”, organizado por los Ministerios Nacionales de Agricultura, Ganadería y Pesca, y de Ciencia, Tecnología e Innovación, en colaboración con la Bolsa de Cereales de Buenos Aires. Este curso no solo sirve como herramienta de conexión y estímulo para el desarrollo de proyectos bioeconómicos innovadores, sino que también contribuye a destacar las potencialidades. (Ministerio de Economía, 2017).

En 2019, se realizó un relevamiento nacional de biodigestores, donde se documentaron las instalaciones de biodigestión anaeróbica⁸ con aprovechamiento térmico y eléctrico presentes en el país. Este estudio identificó un total de 105 plantas distribuidas en 16 provincias. Un año después, en 2020, el Programa de Fomento de la Bioeconomía se convirtió en la Dirección Nacional de Bioeconomía, fortaleciendo y destacando la importancia de esta temática. Se concibe como una política de Estado integral que abarca diversos sectores de la cadena agropecuaria y agroindustrial. Esta iniciativa engloba no solo a los bioproductos, bioinsumos y biomateriales, sino también bioprocesos, como la bioenergía y la biotecnología aplicada al mejoramiento vegetal, animal y de microorganismos en el ámbito agropecuario (Ministerio de Agroindustria, 2019).

En Argentina, se destaca que, de manera simultánea la formulación e institucionalización de proyectos públicos se llevó a cabo en colaboración con el sector privado y la academia (Torroba, 2024, comunicación personal). Ejemplo de ello, según Acetta *et al.* (2022), es el ecosistema bioeconómico en la provincia de Santa Fe. En este espacio, se dispone de recursos humanos especializados, infraestructura adecuada y fuentes de financiamiento para impulsar el desarrollo de la bioeconomía. Es relevante destacar que en este ámbito sobresalen 14 instituciones dedicadas a respaldar los emprendimientos vinculados a la bioeconomía. Estas entidades no solo proveen capital, sino que también ofrecen programas formativos para fortalecer las competencias en esta área.

Además, la existencia de oportunidades regionalizadas en Argentina es inherente al desarrollo de la bioeconomía en el país, pues se ha orientado hacia la creación de oportunidades adaptadas a las necesidades y potencialidades específicas de cada territorio (Torroba, 2024, comunicación personal). Durante este periodo, se han realizado actividades como talleres de

⁸ Se refiere al proceso de descomposición de biomasa sin la presencia de oxígeno, dando lugar a la producción de biogás como corriente gaseosa y biofertilizante como corriente líquida o semi-líquida.

bioeconomía, foros proyectos, charlas, simposios, mesas de discusión y documentos sobre bioeconomía en diferentes temáticas, por ejemplo, forestal, bambú, desarrollo territorial, cooperación bilateral con otras regiones y organismos internacionales (Bisang *et al*, 2017; Ciencia Tecnología e Información, 2020; Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2018; Ministerio Economía, 2019).

Análisis de la bioeconomía en Argentina

Sobre la bioeconomía, Argentina ha forjado no solo legislación sino también programas y direcciones. Es decir, toda la normativa creada en este campo está acompañada de una estructura institucional. En otras palabras, se han establecido instituciones con objetivos y acciones por desarrollar. No obstante, el comienzo de la bioeconomía en Argentina estuvo estrechamente relacionado con el sector de la energía, específicamente en lo que respecta a los biocombustibles. En este contexto, se implementó una política comercial que, respaldada por legislación, incentivó su uso y generó una demanda en el mercado de bioetanol, tal como se evidencia en el gráfico 3.

Además, se brindó apoyo a las comunidades vulnerables para promover proyectos de seguridad energética (p. ej. el biogás), lo que facilitó la incorporación de las comunidades más vulnerables a los beneficios de la bioeconomía. La instauración de esta estuvo acompañada de elementos de comunicación, donde se incluyeron actividades como talleres y simposios para promover el intercambio entre la academia y la institucionalidad pública y la privada. Estas estrategias de comunicación también fomentaron el involucramiento de la empresa privada a las iniciativas de negocio surgidas de la bioeconomía, y facilitaron la obtención de capital, elevados niveles de inversión y la formación técnica en incubación y aceleración. Esto se debe a que la innovación inherente a la bioeconomía incrementa el valor añadido de los productos, impulsa el desarrollo económico de las personas y contribuye al mejoramiento de la calidad de vida.

En Argentina, la bioeconomía ha experimentado un notable desarrollo en dos sectores durante el período 2010-2020: a) los biocombustibles y b) la biotecnología. El primero impulsa el crecimiento del sector agrícola, ya que utiliza como materia prima la caña de azúcar y el maíz. El segundo facilita el surgimiento de bioemprendimientos de alto valor agregado. Como ejemplo exitoso de este último se toma el de Michroma (2021), una empresa que produce ingredientes (colorantes) mediante la biofabricación de hongos. Precisamente, la legislación implementada a principios del siglo XXI ha posibilitado este tipo de desarrollo, y la empresa privada ha contribuido a fortalecerlo, pues da tanto el respaldo institucional como la financiación necesaria.

Cabe destacar que este avance también beneficia a los pequeños productores, especialmente en la cadena del maíz, donde hay grupos de productos que tienen plantas de bioetanol y cooperativas formalizadas con su respectiva planta. Es decir, hay grupos económicos integrados que tienen tierra y plantas y a la vez compran a pequeños productores que no se encuentran organizados (Torroba, 2024). En diversos sitios, se observa un modelo agrícola caracterizado por la disociación entre el propietario de la tierra y el ingenio azucarero, con contratos de maquila. En este esquema, el productor proporciona la caña de azúcar y, a cambio, recibe el 56% de la producción industrial, equivalente al porcentaje de azúcar generado por la fábrica, es decir, más de la mitad de la producción. Cabe destacar que también existen productores que cuenta con sus propios ingenios, pero esta es la dinámica menos habitual. (Torroba, 2024, comunicación personal).

II. Bioeconomía en Brasil

La trayectoria de la bioeconomía en Brasil se remota a 1975 (Fantinel *et al*, 2015), ya que fue el primer país latinoamericano en incursionar en el desarrollo de biocombustibles, considerándolos una oportunidad para impulsar su economía. Este enfoque está altamente influenciado por dos cultivos predominantes: la caña de azúcar y la soja, y facilitó un crecimiento económico en el área, respaldado tanto por un consumo local como exportación internacional.

Acciones relacionados con bioeconomía del 2010 al 2020

En 2014, se implementó una modificación legislativa que gradualmente incorporó el biodiesel en el diésel destinado al consumidor final, con el objetivo de alcanzar un 10% para el año 2018 (Ley N.º 13.033, 2014). En 2015, el Congreso Nacional de Brasil promulgó la Ley 13.123 (Ley de la Biodiversidad). Esta legislación proporciona el marco legal para el desarrollo de la investigación y desarrollo (I+D), así como para el uso de la biodiversidad brasileña y los recursos genéticos. El Ministerio del Medio Ambiente creó el Consejo de Gestión del Patrimonio Genético (Cgen) con la finalidad de que coordine todo lo relacionado a este ámbito, incluyendo la formulación de política pública. La ley resguarda los conocimientos tradicionales asociados al patrimonio genético de las poblaciones indígenas, comunidades o agricultores tradicionales contra el uso y la explotación ilícitos. A su vez, esta ley crea el Fondo Nacional de Distribución de Beneficios (FNRB), de carácter financiero, vinculado al Ministerio del Medio Ambiente, con el objetivo de valorar el patrimonio genético, los conocimientos tradicionales asociados y promover su uso de manera sostenible (Ley N.º 13.123, 2015).

Posteriormente, en 2017, se lanzó la Política Nacional de Biocombustibles, Ley N.º 13.576/2017, conocida como *RenovaBio*, que reconoce la importancia estratégica de los biocombustibles (etanol, biodiesel, biometano, bioqueroseno para aviación y otros transportes) en la matriz energética de Brasil. Destaca su contribución a la seguridad energética, la previsibilidad del mercado y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector de combustibles. A su vez, crea un mercado de créditos de carbono para compensar las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los combustibles fósiles. *RenovaBio* se estructura en tres ejes clave: 1) Metas de Descarbonización; 2) Certificación de Producción de Biocombustibles; y 3) Crédito de Descarbonización (CBIO) (Ministerio de Minas e Energía, 2017).

En concordancia con el autor supracitado, para su respectiva ejecución, se creó el Comité *RenovaBio* y este es coordinado por el Ministerio de Minas y Energía. Sus miembros son Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA), Ministerio de Economía (ME), Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovaciones y Comunicaciones (MCTIC), Ministerio de Infraestructura (MInfra), además de la Casa Civil de la Presidencia de la República. También participan, como invitados permanentes, el Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE), la Agencia Nacional de Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles (ANP) y la Empresa de Investigaciones Energéticas (EPE). *RenovaBio* establece que, para ser elegible, la biomasa procesada en las plantas no puede provenir de áreas donde haya habido supresión de vegetación nativa. Además, los productores de biocombustibles también deben demostrar que la biomasa fue producida de acuerdo con la legislación ambiental brasileña, como lo demuestra la regularidad en el Registro Ambiental Rural (CAR) (Ibid.).

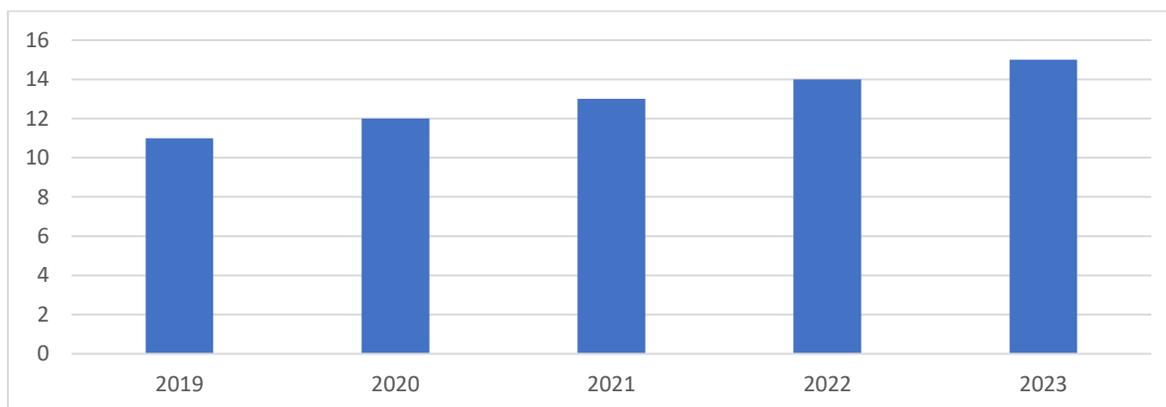
La implementación de esta política generó incentivos en el extenso mercado de biocombustibles en el país, lo que facilitó el respaldo de otras legislaciones. Por ejemplo, la Ley N.º 12.431 de 2011 proporcionó beneficios fiscales a proyectos de inversión considerados prioritarios en infraestructura⁹ (Ley 12431, 2011). Sin embargo, tras la publicación del Decreto N.º 8.874/2016 en 2016, que regulaba las condiciones de la ley de 2011, se esperaba una mayor recepción de proyectos en la materia, pero no se presentaron proyectos relacionados con

⁹ La formulación de proyectos prioritarios en el sector de los biocombustibles tiene como objetivo la emisión de obligaciones incentivadas por los productores del sector. Las obligaciones son títulos de deuda de empresas que acuden al mercado financiero para recaudar fondos para aumentar capital, financiar proyectos o pagar deudas. Básicamente, el inversor, al adquirir estos títulos, presta su dinero a una empresa y a cambio recibe una renta anual acordada en el momento de la compra.

biocombustibles (Decreto 8.874, 2016). En respuesta a eso, en 2019 se publicó la normativa MME N.º 252, la cual simplificó el proceso de análisis de solicitudes, ofreciendo a los emprendedores una opción más accesible para financiar sus inversiones en biocombustibles (MME N.º 252,2019).

En el 2018, se realiza la resolución N.º 16, realizada por el Consejo Nacional de Política Energética (CNPE, 2018), la cual tiene como finalidad autorizar un incremento de adición de hasta el 15% de biodiesel al diésel vendido al consumidor final de acuerdo con el siguiente cronograma en el Gráfico 4.

Gráfico 4. Porcentaje mínimo de adición obligatoria de biodiesel de 2019 a 2023 (%)



Fuente: Elaboración propia con base en CNPE (2018).

En ese mismo año, 2018, se publicó en Plan de Acción en Ciencia, Tecnología e Innovación en Bioeconomía (PACTI Bioeconomía), el cual busca generar y aplicar el conocimiento científico y tecnológico para impulsar beneficios sociales, económicos y ambientales, colmando lagunas esenciales de conocimiento, estimulando la innovación y creando condiciones para la inserción estratégica de la bioeconomía brasileña en el escenario global. Para construirlo, el MCTIC (2018) creó un Grupo de Trabajo Técnico compuesto por expertos en Bioeconomía (GTT Bioeconomía). Además, dado el carácter transversal de la bioeconomía, este plan se relaciona con otros PACTI, especialmente con el de Agricultura y Ganadería Sostenibles y el de Energías Renovables. Tiene tres líneas temáticas (1-3) y dos auxiliares (4-5), como lo muestra la tabla 3.

Tabla 3. Líneas de acción del PACTI y su respectivo presupuesto en millones de reales

1. Biomasa (Recursos en millones de reales)						
Fuente	2018	2019	2020	2021	2022	Total
MCTIC	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	21
2. Procesamiento y biorrefinerías (Recursos en millones de reales)						

Fuente	2018	2019	2020	2021	2022	Total
MCTIC	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	29
3. Bioproductos (Recursos en millones de reales)						
Fuente	2018	2019	2020	2021	2022	Total
MCTIC	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	24
4. Observatorio Brasileño de Bioeconomía (Recursos en millones de reales)						
Fuente	2018	2019	2020	2021	2022	Total
MCTIC	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	2,5

Fuente: Elaboración propia con base en MCTIC, 2018.

El quinto punto se relaciona con la temática de la coordinación central de la bioeconomía, pero a este auxiliar no se le asignó financiamiento en el documento (MCTIC, 2018). En la Secretaría de Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles se creó, en el 2019, el Departamento de Biocombustibles (decreto N.º 9675, 2019). Ese mismo año, 2019¹⁰, se establece la Coordinación General de Bioeconomía dentro del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovaciones y Comunicaciones, la cual tiene como finalidad, según el MCTIC (2019), de:

- a. Subsidiar el Departamento de Programas de Desarrollo Científico en la formulación de políticas y definición de estrategias para la implementación de programas, acciones y actividades, encaminadas al desarrollo científico, tecnológico y de innovación en las áreas de Bioeconomía, Agua, Alimentos, Energía y Química.
- b. Coordinar, implementar y monitorear la ejecución de las Estrategias Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación, contribuyendo a la ejecución de las políticas públicas en las áreas de su competencia.
- c. Apoyar y coordinar programas y proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación/ I+D en las áreas de su competencia.
- d. Promover y definir estrategias que orienten la investigación, difusión, difusión y transferencia de conocimientos, tecnologías e innovaciones vinculadas a las áreas de su competencia.

¹⁰ En el 2020 se hace una modificación a esta norma sin cambios sustantivos.

- e. Coordinar técnicamente y participar en acciones de coordinación entre el Ministerio e instituciones nacionales y extranjeras, encaminadas al desarrollo científico y tecnológico y al fortalecimiento de las áreas de su competencia.
- f. Acompañar y participar en actividades, reuniones, comisiones, comités, consejos y foros nacionales e internacionales en materias relacionadas con las áreas de su competencia.
- g. Monitorear, subsidiar y apoyar la implementación de los tratados, convenios y protocolos internacionales sobre temas relacionados con sus áreas de competencia.
- h. Participar en la formulación, implementación y seguimiento de políticas y programas de cooperación internacional que fortalezcan las acciones de su competencia.
- i. Articular acciones para captar y gestionar recursos destinados a promover la formación, la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en las áreas de su competencia.
- j. Apoyar la preparación, seguimiento e implementación de legislación relevante para la bioeconomía.
- k. Apoyar técnicamente a la Secretaría en la preparación y revisión del Plan Plurianual y Presupuesto Anual.
- l. Articular actividades estratégicas para el desarrollo del país a través de Planes de Acción de Ciencia, Tecnología e Innovación en sus áreas de actuación y en línea con las Estrategias Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- m. Ejercer las demás facultades que le sean asignadas en su campo de actuación.

Simultáneamente, se establece el Programa Bioeconomía Brasil-Sociobiodiversidad en el ámbito del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA), el cual es coordinado por la Secretaría de Agricultura Familiar y Cooperativas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2019). Este programa tiene como finalidad articular alianzas entre el poder público, los agricultores pequeños y familiares, los pueblos y comunidades tradicionales y el sector empresarial, con el objetivo de promover y estructurar la producción. Todo eso con sistemas basados en el uso sustentable de los recursos de la sociobiodiversidad y el extractivismo, así como la producción y uso de energía a partir de fuentes renovables que permitan ampliar la participación de estos segmentos en arreglos productivos y económicos que involucren el concepto de bioeconomía. De acuerdo con el Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2019), las líneas temáticas son:

- a. Estructuración Productiva de Cadenas Extractivas (ProExtractivismo): promover la estructuración de cadenas productivas extractivas en todos los biomas brasileños, con preponderancia para la Amazonia, y contribuir al desarrollo sostenible, la inclusión productiva y la generación de ingresos.
- b. Hierbas Medicinales, Aromáticas, Condimentarias, Aceites de Oliva y Tés Especiales de Brasil: promover alianzas productivas con los sectores de alimentación y salud como promotores del desarrollo local articulados con políticas públicas orientadas a ampliar el acceso a los mercados nacionales e internacionales.
- c. Hojas de Ruta de Sociobiodiversidad: valorar la diversidad biológica, social y cultural brasileña y apoyar la estructuración de arreglos productivos y guiones de integración en torno a productos y actividades de sociobiodiversidad para contribuir a la generación de ingresos y a la inclusión productiva.
- d. Potencialidades de la Agrobiodiversidad Brasileña: promover la conservación de la agrobiodiversidad a través del reconocimiento de los sistemas agrícolas tradicionales y la promoción de acciones para la conservación dinámica de estos sistemas con enfoque en el uso sostenible de sus recursos naturales encaminados a generar ingresos, agregar valor y mantener la diversidad genética de semillas y plantas cultivadas.
- e. Energías Renovables para la Agricultura Familiar: promover la generación y el uso económico y productivo de fuentes de energía renovables, especialmente la solar fotovoltaica, tanto para el autoconsumo como para la generación distribuida, contribuyendo al desarrollo sostenible, la generación de ingresos y la inclusión productiva en el campo.

Cabe destacar que a este programa no se le asignan recursos financieros o un plan de acción; sin embargo, en años posteriores se desarrollaron proyectos que fungieron como brazo económico para su respectiva realización (Ley 121, 2019). En el 2020, se realizó el proyecto Oportunidades y Retos de la Bioeconomía (ODBio) con la finalidad de “apoyar la implementación de una estrategia de CT&I para la bioeconomía brasileña en el contexto internacional, basada en proyectos estructurantes orientados a misiones, señalando propuestas de modelos de gobernanza y la creación de un observatorio de bioeconomía” (CGEE, 2020, §5). Este proyecto fue realizado por el Centro de Gestión de Estudios Estratégicos y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovaciones.

Ese mismo año, alineado con el Programa Bioeconomía Brasil, se creó el Programa Nacional de Bioinsumos por parte del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (Mapa). El objetivo es aprovechar el potencial de la biodiversidad brasileña para reducir la dependencia de los productores rurales de insumos importados y ampliar la oferta de materias primas para el sector (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2020a). Asimismo, se creó el programa Fortalece SocioBio, el cual tiene como finalidad seleccionar proyectos para fortalecer la sociobiodiversidad, involucrando a pequeños y medianos productores rurales, agricultores familiares, pueblos y comunidades tradicionales. Se asignó R\$ 4 millones al programa en 2020. Los valores de las propuestas, incluida la contrapartida de los proponentes, deben estar entre un mínimo de R\$ 250 mil y un máximo de R\$ 1 millón. El desarrollo de este estuvo a cargo del *Ministério da Agricultura e Pecuária* (MAPA, 2020b).

Análisis de la bioeconomía en Brasil

En Brasil, la bioeconomía se enfoca principalmente en el sector de biocombustibles, consolidándose como un pionero en este ámbito en Latinoamérica. A pesar de la madurez de este sector, el gobierno brasileño sigue implementando acciones relevantes en materia de política comercial para respaldar los biocombustibles y mejorar su competitividad a través de la provisión de subsidios legislativos. La administración de Jair Bolsonaro (2019-2022) inauguró el primer programa específico para la bioeconomía, lo que muestra la influencia de consideraciones políticas en temas bioeconómicos, al reflejar los intereses del presidente en promover el extractivismo en la Amazonía, considerada como el pulmón del mundo. Así, aunque la propuesta teórica de la bioeconomía promueve la sostenibilidad y el apego máximo al respecto de recursos biológicos, es posible, como en este caso, que su desarrollo se vea permeado por intereses políticos específicos.

Cabe destacar que, durante ese periodo, los bioinsumos emergieron como una prometedora faceta de la bioeconomía, y el Estado brasileño ha demostrado un fuerte compromiso con dos sectores particulares de la bioeconomía: biocombustibles y, más recientemente, bioinsumos. Brasil ha establecido políticas e instituciones para respaldar el desarrollo de estas áreas, respaldadas siempre por mecanismos económicos que impulsan su implementación.

La suma de estas iniciativas ha conducido a un notable crecimiento en el sector agrícola, como la materia prima para la producción de biocombustibles que recae en la caña de azúcar y el maíz. Sin embargo, este desarrollo ha favorecido más a grandes corporaciones, que tienen mayor facilidades de acceder a los subsidios gubernamentales, en comparación con los pequeños

agricultores, que carecen de los recursos necesarios para establecer biofrábricas, a pesar de los apoyos proporcionados por las normativas brasileñas. Ahora, en la cadena de maíz existe un mayor involucramiento de los pequeños productores, pues hay grupos de productos que cuentan con plantas de bioetanol y cooperativas formalizadas, cada una con su respectiva instalación. En otras palabras, hay conglomerados económicos integrados que poseen tanto tierras como plantas, y al mismo tiempo compran a pequeños productores no organizados. Esto se debe a que necesitan cumplir con volúmenes de producción que no podrían alcanzar sin la producción incluso de aquellos agricultores que trabajan de forma individual (Torroba, 2024, comunicación personal). Además, la facilidad para realizar negocios y la atracción de inversión extranjera directa han contribuido a respaldar los negocios de la bioeconomías que están naciendo.

III. Bioeconomía en Colombia

Colombia tiene 314 tipos de ecosistemas, donde sobresalen páramos en las montañas andinas, bosque seco tropical y valles interandinos en el Caribe, planos orientales en la Orinoquía, selva húmeda en el Pacífico y en el Amazonas (Ministerio de Comercio, industria y Turismo, 2022). Sin embargo, de acuerdo con García-Cardona (2023, comunicación personal) su diversidad depende de su relieve topográfico. La caracterización de la biodiversidad disponible en distintos territorios es crucial para mapear los recursos biológicos utilizables mediante la bioeconomía y facilitar así nuevos procesos de desarrollo productivo de acuerdo con las potencialidades de cada zona.

Acciones relacionados con bioeconomía del 2010 al 2020

En Colombia, este proceso inició desde el 2011 con la política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad publicada por el Departamento Nacional de Planeación (CONPES 3697, 2011). El documento tiene como finalidad crear las condiciones necesarias para atraer recursos públicos y privados al desarrollo de empresas y productos basados en el uso sostenible de la biodiversidad, especialmente por medio del uso intensivo de la ciencia y la tecnología, impulsando la innovación en diversas industrias (Conpes 3697, 2011). Así, este documento está enfocado en temas comerciales y económicos, pues indica que la investigación aplicada en biotecnología puede llegar a dar paso a *startups*, *spin offs* o incluso empresas consolidadas. Para ello requiere disponibilidad de fuentes de capital financiero para su respectivo soporte, así como la creación de institucionalidad.

En cuanto a este último punto, referente a institucionalidad, se apela a una interministerialidad, ya que diferentes Ministerios o sus departamentos intervienen en el proceso de agregación de valor. Con ese propósito, se creó el Subsistema Nacional de Biodiversidad y Competitividad, entre otros mecánicos o instrumentos para fortalecer su desarrollo, tal como lo muestra la Ilustración 2. Este sistema cuenta con la Comisión Intersectorial para el Desarrollo Comercial de la Biotecnología, a partir del uso Sostenible de la Biodiversidad. Además, se coordinan y dan seguimiento a todas las actividades ejecutadas y relacionadas a la formulación, implementación y ejecución de políticas. Además, está integrada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MCIT), el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), el Ministerio de la Protección Social (MPS), el Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE), el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), y el Departamento Nacional de Planeación (DNP). La Secretaría Técnica de esta Comisión es ejercida por el Departamento Nacional de Planeación (Conpes 3697, 2011, p. 20).

Ilustración 2. Conformación del aparato institucional en bioeconomía



Fuente: Conpes 3697 (2011).

Para llevar a cabo esta política hubo un financiamiento estatal de 28.203 pesos colombianos del 2011 al 2014. La biotecnología como motor de desarrollo para Colombia fue posible gracias a las unidades ejecutoras MADR, MCIT, DNP (que forman parte de la Comisión Intersectorial) y Bancoldex (Ibid.). En 2015, el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la

Tecnología ‘Francisco José de Caldas’-Colciencias brindó documentos sobre la temática con la finalidad de mejorar el aparato institucional y legislativo (Pacheco de Peña, 2015).

De acuerdo con Rocha (2024, comunicación personal), la existencia de estos marcos regulatorios favorables en CTI ha respaldado la introducción y adopción de nuevas tecnologías y productos. Estos marcos regulatorios transparentes facilitan la entrada de productos específicos al mercado, lo que es bien recibido por la industria. Así, aunque la comercialización también se ve afectada por diversos factores, la presencia de regulaciones claras simplifica el proceso. A pesar de que se han otorgado autorizaciones para ciertos productos, la falta de comercialización es un elemento más abocado a la rentabilidad de la producción que a un elemento legislativo.

En 2015 se lanzó la Estrategia de Colombia Bio, realizada por Colciencias (2015), que buscó fortalecer la conexión entre los investigadores y la sociedad. Su estrategia se centró en la promoción de proyectos conjuntos para agregar valor a la producción mediante el conocimiento. Además, buscó formar talento humano capaz de “crear sinergias entre la ciencia y el sector productivo. Asimismo, busca impulsar la investigación y el desarrollo aplicado en industrias con alto potencial de crecimiento, mediante la colaboración entre empresas extranjeras y grupos de investigación nacionales” (p. 7). Sus áreas de acción fueron: a) expedición Bio; b) investigación y desarrollo bio; c) producto Bio; d) mentalidad, cultura y comunicaciones y e) fomento de la articulación institucional. Según Colciencias (2015), entre las actividades realizadas se destacan:

1. Programa Ondas de Colciencias: Involucra a 10.000 niños en proyectos de investigación basados en su diversidad biológica local, la finalidad es poder informar a todas las edades y diferentes generaciones sobre la valoración y apropiación de su biodiversidad.
2. Difusión de la importancia de la biodiversidad, sus diferentes usos, la aplicación de alta y baja tecnología por medio de redes sociales, esquemas creativos y contemporáneos a más de diez millones de personas colombianas.
3. Implementación de herramientas de gestión de información para identificar grupos de investigación de universidades, centros de investigación o desarrollo tecnológico y empresas que se encuentren desarrollando productos biobasados. Una vez encontrados, se preparan técnicamente para entrar al mercado y mejorar su estrategia empresarial. A su vez, se creará un portafolio de al menos 100 productos de base bio para darlos a conocer a la comunidad colombiana con la finalidad no solo de informar, sino de llamar la atención de posibles fuentes de financiamiento externo.

4. Proyectos de formación de capacidades en innovación y capacidades empresariales a 300 personas investigadoras para vincular la academia con el sector privado.

Estas estrategias son fundamentales para generar conciencia en las personas sobre nuevas formas de desarrollo y para enseñar formas de producción innovadoras. En este caso, se rescató el liderazgo del Comité Ejecutivo del Sistema Nacional de Competitividad y del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ColCiencias, 2015).

En el 2018, el Departamento Nacional de Planeación publicó la política de crecimiento verde (CONPES 3934, 2018). Esta tiene como objetivo armonizar y respaldar el desarrollo y crecimiento de una economía sostenible en Colombia. En su quinta línea de acción se refiere al desarrollo de regulaciones adecuadas para promover la bioeconomía, definida como vital para la transformación productiva y competitiva necesaria para lograr un desarrollo sostenible hacia 2030. El plan de acción abarca desde el año 2018 hasta el 2030, con una asignación presupuestaria de 2.351.722 millones de pesos colombianos para desarrollar los siguientes objetivos:

1. Generar condiciones que promuevan nuevas oportunidades económicas basadas en la riqueza del capital natural.
2. Fortalecer los mecanismos y los instrumentos para optimizar el uso de recursos naturales y energía en la producción y en el consumo.
3. Desarrollar lineamientos para construir capital humano para el crecimiento verde.
4. Fortalecer capacidades en CTI para el crecimiento verde.
5. Mejorar la coordinación interinstitucional, la gestión de la información y el financiamiento para la implementación de la Política de Crecimiento Verde a largo plazo.

El documento sigue la línea de acción 5, desarrollar regulaciones adecuadas para promover la bioeconomía, pues esta forma parte del crecimiento verde. Además de involucrar a los Ministerios y/o Departamentos del 2011, involucra al Ministerio de Educación Nacional, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorios, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio del Trabajo, Ministerio de Transporte, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Departamento Administrativo Nacional de Estadística y Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES 3934, 2018).

En el 2019, se realizó la misión de sabios, que contó con un apoyo político importante. Por eso, se le brindó apoyo económico y técnico para el montaje y su seguimiento, con la finalidad de identificar las líneas estratégicas principales (García-Cardona, 2023; Rocha, 2024, comunicado

personal). Luego, en el 2020, Colombia creó, como parte de su plan de desarrollo, el documento titulado *Una bioeconomía para una Colombia Potencia viva y diversa: Hacia una sociedad impulsada por el conocimiento*. Este documento pretende “potenciar el desarrollo socioeconómico del país, desde y para las regiones (...) para la generación de productos y procesos de alto valor agregado mediante la ciencia, la tecnología y la innovación” (Gobierno de Colombia, 2020, p. 21). A su vez, este documento da origen a una misión de bioeconomía en Colombia que pretende cumplir doce objetivos:

1. Sofisticación y diversificación de la oferta exportable de productos y procesos.
2. Cadenas de valor para productos de la biodiversidad con alto valor agregado, con enfoque regional.
3. Aprovechamiento de biomasa para la generación de productos, procesos y servicios como la bioenergía.
4. Negocios globales, sostenibles y de alto valor agregado.
5. Apoyo, formación y generación de conocimiento a lo largo y ancho del territorio nacional.
6. Alternativas de desarrollo para el sector rural.
7. Incorporación de nuevas tecnologías habilitantes e investigación interdisciplinarias.
8. Valoración del conocimiento ancestral, local y tradicional.
9. Aumento de la productividad y competitividad de sectores económicos tradicionales.
10. Creación de empleos con distintos niveles de calificación en todo el territorio nacional.
11. Creación y fortalecimiento de nuevas empresas de base biotecnológica.
12. Tránsito hacia una economía basada en el uso sostenible de la biomasa de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

La bioeconomía en Colombia es un proceso que apenas inicia de forma normativa. Aunque existen varias iniciativas relacionadas a la biodiversidad, ciencia, tecnología y el crecimiento verde, hasta el 2020 se creó una legislación única para esto. Por esto, el horizonte de la bioeconomía en Colombia va del 2020 al 2050, tal y como lo muestran las fases en la Ilustración 3.

Ilustración 3. Fases cronológicas del desarrollo de la bioeconomía



Fuente: Gobierno de Colombia, 2020.

Análisis de la bioeconomía en Colombia

Desde los años 90, Colombia ha destacado por su notable desarrollo en biotecnología. No obstante, no fue hasta 2012 que se llevó a cabo una conceptualización formal sobre el tema y hasta el 2019 se dio la implementación de una estrategia de bioeconomía. Durante este tiempo, Colombia dio pasos estratégicos, como la caracterización de la biodiversidad disponible en su territorio, con el propósito de evaluar la viabilidad para impulsar el desarrollo bioeconómico en el país. Además, el Estado dio respaldo comercial mediante la creación de normativas que facilitan la inversión extranjera directa. Esto permitió que la investigación aplicada generada en centros de conocimiento evolucionara hacia *startups* y facilitara la atracción de capitales de riesgo para respaldar los negocios emergentes en el ámbito de la bioeconomía, destacando la biotecnología.

Cabe acotar que las iniciativas acá descritas cuentan, en su mayoría, con asignaciones presupuestarias por parte del Estado para su respectiva operacionalización. Simultáneamente, se consultó a expertos con la finalidad de desarrollar una bioeconomía que tenga un impacto significativo en la sociedad. Así, se evidencia que la bioeconomía en Colombia surge como una oportunidad de desarrollo y es un vehículo para impulsar la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) del país. A través de este enfoque, se busca sofisticar la producción y aumentar los negocios con alto valor agregado. La comunicación destaca como uno de los elementos potenciados por Colombia, pues su desarrollo en el país ha incluido campañas de sensibilización dirigidas a la ciudadanía, con el objetivo de brindar acceso a nuevas oportunidades de desarrollo.

Efectivamente, la implementación de bioemprendimientos basados en biotecnología ha sido factible por la disposición de marcos legales adecuados para su desarrollo. En algunos casos,

a pesar de la creación de legislación se ha constatado que dicha normativa no siempre se aplica. Esto se debe a la determinación de que la tecnología en cuestión no resulta rentable para su producción a gran escala (Rocha, 2024, comunicación personal).

Colombia, en sus inicios en la bioeconomía dio prioridad a la medición de su biodiversidad para evaluar su viabilidad. Posteriormente, se enfocó en sensibilizar a la población, identificando y desarrollando capacidades humanas cuando era necesario. Se crearon condiciones de mercado favorables para facilitar el crecimiento y, finalmente, se estableció una política específica en bioeconomía. Este enfoque integral evidencia la planificación estratégica del país para aprovechar su potencial biológico de manera sostenible.

IV. Bioeconomía en la Unión Europea

Según Patermann y Aguilar (2018), la bioeconomía en la Unión Europea nació en 1982 mediante programas relacionados a Biotecnología y Ciencias de la Vida y “transcurrieron hasta 10 años entre la adopción de la Estrategia de Biotecnología y la Estrategia de Bioeconomía y 30 años desde el primer programa de biotecnología hasta la adopción de la Estrategia de Bioeconomía” (p.20).

Acciones relacionados con bioeconomía del 2010 al 2020

En 2011, concluyó una iniciativa política que respaldaba la bioeconomía en Europa centrada en aspectos comerciales. La iniciativa del “Mercado Líder” buscaba fomentar la apertura y la comercialización de productos derivados de organismos biológicos. En ese sentido, la legislación busca, de acuerdo con la European Commission, (2007, §7-9):

- a. Fomentar la innovación y evitar imponer cargas a las empresas y organizaciones innovadoras. Su objetivo es mejorar la coordinación de las regulaciones en diferentes áreas de políticas que afectan los mercados de productos y servicios innovadores. Esto incluye propuestas de nueva legislación, así como buscar modificaciones, revisiones o aboliciones para apoyar el uso y la difusión de nuevas tecnologías en la producción de productos de base biológica.
- b. Facilitar servicios de apoyo, capacitación y comunicación a las empresas y la innovación, ya que se debe propiciar la transferencia de conocimientos, la incubación y el acceso a la financiación para empresas jóvenes innovadoras. También enfatiza el uso coordinado de proyectos de redes y plataformas para el aprendizaje mutuo y el intercambio de conocimientos para apoyar la implementación de planes de acción. Además, destaca el

potencial de la política de cohesión para contribuir a las inversiones directas y la creación de redes en varias áreas de mercado líderes.

- c. Enfatizar el papel instrumental de la acción pública para buscar el acceso al financiamiento privado y así apoyar el desarrollo de nuevos mercados como los biológicos.
- d. Potenciar la política de cohesión para la promoción del surgimiento de mercados líderes, emitiendo un cambio para que se les asignen a las inversiones de I+D alrededor de 83 000 millones de euros, o el 25 % del presupuesto global de cohesión.

Ese mismo año, el CE realizó una consulta pública para conocer la percepción de la UE sobre la bioeconomía. En este estudio participaron más de 200 organizaciones y personas. Se llegó a tres grandes conclusiones, según la *European Commission* (2011):

- a. Más del 60% de encuestados piensa que la bioeconomía tiene grandes beneficios potenciales¹¹ y que se puede lograr en 2020-2030.
- b. Los encuestados creen que existe una serie de riesgos asociados con la bioeconomía, incluida la posible sobreexplotación de los recursos naturales y los impactos en la seguridad alimentaria. Además, más de un 70% considera que debe existir una estrategia de difusión y comunicación sobre esta temática.
- c. Pese a que la mayoría tiene una perspectiva positiva de la bioeconomía, existen preocupaciones sobre la existencia de un ecosistema financiero e instruccional que la propicie. Además, resulta que debe haber mayor colaboración entre sectores y disciplinas.

Gracias a este proceso, en el 2012 se realizó la primera publicación sobre bioeconomía, titulada *Innovando para un desarrollo sostenible: Una bioeconomía para Europa*. Su publicación estuvo a cargo de la Dirección General de Investigación e Innovación de la Comisión Europea. Sin embargo, es vital resaltar que para su realización hubo tres comités involucrados a) Agricultura y Desarrollo Rural; b) Ambiente y c) Industria y Emprendimiento (Comisión Europea 2012). Su finalidad es enfocar todos los esfuerzos que está realizando la UE para un crecimiento verde e inteligente, donde se destaca el papel de la bioeconomía como vital. En ese sentido:

La Estrategia de Bioeconomía y su Plan de Acción pretenden allanar el camino hacia una economía más innovadora, eficiente en el uso de los recursos y sociedad competitiva que concilie la seguridad alimentaria con el uso sostenible de recursos renovables con fines

¹¹ Reducción de residuos, la contaminación y las emisiones de GEIs.

industriales, garantizando al mismo tiempo la protección del medio ambiente. (Comisión Europea, 2012, p.7)

El plan de acción cuenta con tres elementos clave: a) inversiones en investigación, innovación y capacidades; b) reforzar la interacción de políticas y la participación de las partes interesadas y c) mejorar de los mercados y la competitividad en la bioeconomía (Ibid.). El documento explicita que se encuentra inmerso y participará en el marco de otras acciones, como:

- a. El programa horizonte 2020, donde “se cuenta con una partida presupuestaria de 80.000 millones de euros que se repartirán durante un periodo de siete años (2014 – 2020) y a los que se sumará la inversión privada y pública estatal atraída por la cuantía del presupuesto” (ACM, 2020, §20; CE, 2012).
- b. El FP7 / Séptimo Programa Marco, que es un piloto de acceso abierto y tiene como objetivo “garantizar resultados en proyectos de energía, medio ambiente, salud, tecnologías de la comunicación y la información, e-infraestructuras, ciencia en sociedad y ciencias sociales y humanidades”. Sin embargo, la investigación y la innovación en la bioeconomía se beneficiará de una mayor financiación en comparación con –por sus siglas en español– el 7PM: 4.500 millones de euros para el periodo 2014-2020 (Universidad Politécnica de Madrid, 2020, p.5; CE, 2012).

Estos resultan constituyen los brazos financieros de la estrategia de bioeconomía en la UE. Efectivamente, estos elementos tienen poder de influencia para que los demás estados miembros participen y concursen por partidas presupuestarias dentro de estos programas.

Cinco años después, se realizó la Revisión de la Estrategia de Bioeconomía Europea. Se concluyó que la estrategia había alcanzado sus objetivos mediante diversas acciones, como los Programas Marco de Investigación y la creación de la Empresa Conjunta para las Bioindustrias. Este enfoque ha impulsado el surgimiento de nuevas cadenas de valor basadas en recursos biológicos y ha estimulado el desarrollo de estrategias nacionales y regionales de bioeconomía. La estrategia logró movilizar fondos significativos, duplicando la financiación de la UE para la investigación en bioeconomía. Aunque la revisión señaló áreas de mejora, los resultados indican avances notables, incluida la atención política global a los principios de la bioeconomía y la integración de prioridades bioeconómicas en estrategias regionales de investigación e innovación (European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, 2017).

En cuanto a los aspectos a mejorar, se mencionó a) impulsar una mayor movilización de inversiones, incluyendo del sector privado; b) proporcionar una mayor previsibilidad en el entorno regulatorio para facilitar inversiones futuras; c) promover una mayor coherencia entre las políticas de la UE pertinentes; d) fomentar una participación más activa de los Estados miembros, regiones y ciudades; e) orientar acciones más específicas para avanzar hacia una bioeconomía circular; f) establecer un seguimiento más efectivo del progreso de la bioeconomía en general y de la Estrategia en particular, incorporando indicadores adecuados; y g) alinear la estrategia de manera actualizada con los desarrollos políticos recientes tanto a nivel de la UE como a nivel global (European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, 2017).

Cabe destacar que del 2012 al 2017 se realizaron múltiples actividades para promover la bioeconomía, como proyectos, concursos, iniciativas con apoyo financiero, talleres, conferencias, etc., tanto dentro de la CE como en sus Estados miembros (Ronzon, Iost y Philippidis, 2022). Ahora, Patermann y Aguilar (2018) las califican como dispersas en la medida en que se realizaban sin previa organización, pero siempre apuntando a las cuatro “propiedades” únicas de los recursos biológicos¹². Además, las autorías resaltan que para quienes participan de la bioindustria ha sido una estrategia calificada como un paso muy positivo.

Mientras tanto, la respuesta de los Estados miembros a la bioeconomía generó diversas reacciones, en general positiva y receptiva. Sin embargo, países como los Países Bajos, Finlandia y Alemania se destacaron por su notable integración de la bioeconomía en sus actividades industriales. Es importante mencionar que, en su momento, el Reino Unido, mientras aún formaba parte de la UE, se destacó por la significativa generación de conocimiento científico para nuevos biorrecursos en la industria (Ronzon *et al.*, 2022). Esta situación ha provocado que sus países miembros desarrollen políticas o estrategias en bioeconomía a nivel nacional, como lo indica la Tabla 4.

¹² Estos criterios abarcan aspectos como la renovabilidad, la disminución de carbono, la circularidad inherente y la provisión de nuevas y mejoradas funcionalidades, tales como mayor estabilidad, durabilidad, menor toxicidad, menor consumo de recursos y sostenibilidad, entre otros (Patermann y Aguilar, 2018).

Tabla 4. Normativa institucional en bioeconomía en los Estados miembros de la UE

País	Normativa nacional	Objetivos	Sectores	Políticas relacionadas según la CE (2023)
Irlanda	Declaración de política nacional (2018).	<p>Promover una mayor coherencia entre los numerosos sectores de la bioeconomía.</p> <p>Fortalecer el desarrollo de bioproductos prometedores y hacer crecer los mercados relevantes para ellos.</p> <p>Acceder a la financiación disponible a nivel de la UE y aprovechar la inversión privada.</p>	<p>Agricultura, Acuicultura, Textil, Biotecnología, Bioenergías (incluidos los biocombustibles), Alimentos, Papel de pulpa, Pesca, Madera, Productos de madera y muebles, etc.</p>	<p>Nuestro futuro sostenible (2015).</p> <p>Alimentación inteligente 2025 (2015).</p> <p>Plan Nacional de Desarrollo - Innovación 2020 (2015).</p> <p>Plan Nacional de Mitigación (2017).</p> <p>Plan de Acción para el Desarrollo Rural (2018).</p> <p>Plan de acción para el empleo (2018).</p> <p>Marco de planificación nacional (2018).</p> <p>Proyecto Irlanda 2040 (2018).</p> <p>Plan Nacional de Energía y Clima (2020).</p> <p>Empleos futuros Irlanda (2019).</p> <p>Plan de acción sobre residuos para una economía circular (2020).</p>
España	Estrategia española de Bioeconomía Horizonte 2030 (2016).	<p>Potenciar la competitividad y la internacionalización de las empresas españolas.</p> <p>Mantener la bioeconomía española como parte esencial de la actividad económica.</p>	<p>Agricultura, Acuicultura, Textil, Biotecnología, Bioenergías (incluidos los biocombustibles),</p>	<p>Estrategia Española de Economía Circular 2030 (2020).</p> <p>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (2019).</p>

		<p>Alcanzar todo el potencial de desarrollo de la bioeconomía hasta los objetivos operativos 2030.</p> <p>Promover el desarrollo de la bioeconomía.</p> <p>Fomentar la interacción entre los sistemas de ciencia y tecnología públicos y privados españoles e internacionales y los sectores productivos.</p>	<p>Alimentos, Papel de pulpa, Pesca, Madera, Productos de madera y muebles, etc.</p>	
Francia	<p>La estrategia nacional de bioeconomía: devolver la fotosíntesis al centro de nuestra economía (2017).</p> <p>Una estrategia de bioeconomía para Francia - Plan de acción 2018-2020 (2018).</p>	<p>Garantizar la seguridad alimentaria y niveles de vida sostenibles para las generaciones actuales y futuras mediante la conservación de los recursos naturales y las funciones ecosistémicas de los hábitats.</p> <p>Ser eficientes, resilientes, circulares y productivos en el largo plazo.</p> <p>Centrarse en el público en general y estar arraigado en las regiones locales, contribuyendo al</p>	<p>Agricultura, Acuicultura, Textil, Biotecnología, Bioenergías (incluidos los biocombustibles), Alimentos, Papel de pulpa, Pesca, Madera, Productos de madera y muebles, etc.</p>	<p>La estrategia nacional de investigación (2015).</p> <p>Programa bosque y madera («Programa nacional de la forêt et du bois») (2016).</p> <p>Proyecto de agroecología para Francia (“Plan d'action global pour l'agro-écologie”) (2017).</p> <p>Estados generales alimentarios (“États Généraux de l'Alimentation”) (2017).</p> <p>Plan AmbiciónBio (2018).</p> <p>Enseñar para una agricultura diferente – segundo plan (2019).</p> <p>Estrategia nacional de proteínas (2019).</p>

		<p>desarrollo del valor económico y del empleo.</p> <p>Ofrecer soluciones innovadoras que sean efectivas, asequibles y capaces de abordar la diversidad de necesidades humanas.</p>		<p>La estrategia nacional para el aprovechamiento de la biomasa (SNMB) (2018).</p> <p>Plan Integrado de Energía y Clima de Francia (2020).</p> <p>Estrategia baja en carbono («Stratégie Bas Carbone») (2020).</p> <p>Hoja de ruta de la economía circular (2019).</p>
Italia	Bioeconomía en Italia (2019).	<p>Creciente economía circular.</p> <p>Impulsar el crecimiento sostenible arraigado localmente basado en cadenas de suministro de origen biológico tanto en zonas rurales como en ciudades.</p> <p>Apoyar la alineación de las políticas y regulaciones nacionales, regionales y de la UE.</p> <p>Conciliar el progreso técnico con la conservación del medio ambiente y la resiliencia de los ecosistemas.</p>	<p>Agricultura, Acuicultura, Textil, Biotecnología, Bioenergías (incluidos los biocombustibles), Alimentos, Papel de pulpa, Pesca, Madera, Productos de madera y muebles, etc.</p>	<p>Estrategia Nacional de Biodiversidad (2010).</p> <p>Estrategia Marina Nacional (2010).</p> <p>Plan de Acción Nacional (PAN) de Contratación Pública Verde (GPP) (2013).</p> <p>Plan de acción estratégico sobre innovación e investigación en los sectores agrícola, alimentario y forestal (2015).</p> <p>Estrategia Nacional de Especialización Inteligente (SNSI) (2016).</p> <p>Estrategia Nacional de Bioeconomía - BIT I. Una oportunidad única para reconectar economía, sociedad y medio ambiente (2017).</p> <p>Estrategia Nacional de Desarrollo Sostenible (2017).</p>

		<p>Promoción de actividades basadas en el conocimiento y formulación de políticas.</p> <p>Apoyar la educación y la formación interdisciplinarias de investigadores y técnicos.</p> <p>Catalizar el aprendizaje, la educación y la transferencia de tecnología en bioeconomía.</p> <p>Promover la bioeconomía en el área mediterránea.</p> <p>Incrementar en un 15% los resultados actuales de la bioeconomía italiana, es decir, 330 mil millones de euros y 2 millones de puestos de trabajo, de aquí a 2030.</p>		<p>Hacia un modelo de economía circular para Italia (2017).</p> <p>Ley Nacional de Bosques (2018).</p> <p>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (2019).</p>
Países Bajos	La situación de la bioeconomía en los Países Bajos (2018).	Adoptar la economía circular y trabajar en los puntos de acción ‘biomasa y alimentos’ en la agenda de transición para la economía circular.	Agricultura, Acuicultura, Textil, Biotecnología, Bioenergías (incluidos los	Producción sostenible de alimentos. Nota principal Economía de base biológica (2012). Crecimiento Verde: para una economía fuerte y sostenible (2013).

		<p>Mobilizar la biomasa sostenible y garantizar que la biomasa sostenible esté más fácilmente disponible.</p> <p>Cerrar brechas en innovación, fomentando pioneros y tipos de colaboración que involucren tanto al gobierno como al sector empresarial (asociaciones público-privadas).</p> <p>Garantizar un mayor apoyo a la bioeconomía a través de una comunicación eficaz y escuchando más atentamente los deseos de la sociedad.</p> <p>Desarrollar la demanda del mercado fomentando compras sostenibles y desarrollando casos de negocio.</p>	<p>biocombustibles), Alimentos, Papel de pulpa, Pesca, Madera, Productos de madera y muebles, etc.</p>	<p>Agenda nacional de investigación de base biológica 2015-2027, (2015).</p> <p>Economía circular (2016).</p> <p>Programa nacional de economía circular (2016).</p> <p>Visión de Biomasa 2030 (2016).</p> <p>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (2019).</p>
Alemania	Estrategia nacional de bioeconomía (2020).	Desarrollar soluciones de bioeconomía para la agenda de sostenibilidad.	Agricultura, Acuicultura, Textil, Biotecnología,	Estrategia Forestal 2020 (2011).

		<p>Reconocer y aprovechar el potencial de la bioeconomía dentro de los límites ecológicos.</p> <p>Mejorar y aplicar el conocimiento biológico.</p> <p>Proporcionar una base de materia prima sostenible para la industria.</p> <p>Promover a Alemania como lugar líder para la innovación en la bioeconomía.</p> <p>Involucrar a la sociedad en la bioeconomía e intensificar la colaboración nacional e internacional.</p>	<p>Bioenergías (incluidos los biocombustibles), Alimentos, Papel de pulpa, Pesca, Madera, Productos de madera y muebles, etc.</p>	<p>Programa Alemán de Eficiencia de Recursos II – Programa para el uso sostenible y la conservación de los recursos naturales (2016).</p> <p>Plan de Acción Climática 2050 – Principios y objetivos de la política climática del gobierno alemán (2016).</p> <p>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (2019).</p> <p>Estrategia Forestal 2020 (2011).</p>
Austria	Estrategia de bioeconomía para Austria (2019).	<p>El objetivo de la Estrategia de Bioeconomía es identificar medidas concretas para un mayor establecimiento de la bioeconomía en Austria, con el fin de generar un crecimiento sostenido de los bioproductos, la bioenergía y las</p>	<p>Agricultura, Acuicultura, Textil, Biotecnología, Bioenergías (incluidos los biocombustibles), Alimentos, Papel de</p>	<p>ÖSTRAT – SDS de la provincia y de la federación (2010).</p> <p>Agenda de investigación Industria de base biológica (2012).</p> <p>Estrategia RTI para la industria de base biológica en Austria (2014).</p> <p>Plan de acción para el uso material de materias primas renovables (2015).</p>

		<p>tecnologías y servicios relacionados.</p> <p>Las áreas objetivo de la Estrategia Austriaca de Bioeconomía son:</p> <p>Alcanzar los objetivos climáticos;</p> <p>Reducir la dependencia de recursos no renovables;</p> <p>Promover la innovación;</p> <p>Promoción del desarrollo económico;</p> <p>Asegurar y crear empleos;</p> <p>Promoción de la transformación social sostenible.</p>	<p>pulpa, Madera, Productos de madera y muebles, etc.</p>	<p>RESET2020 - Iniciativa de eficiencia de recursos (2016).</p> <p>Estrategia forestal de Austria 2020+ (2016).</p> <p>La estrategia austriaca de adaptación al cambio climático (2017).</p> <p>Estrategia de I+D en bioeconomía (2018).</p> <p>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima para Austria (2019).</p>
Letonia	<p>Estrategia de bioeconomía de Letonia 2030 (2017).</p>	<p>Promoción y preservación del empleo en los sectores de la bioeconomía; hasta 128 mil empleados.</p> <p>Incrementar el valor añadido de los productos de la bioeconomía hasta al menos 3 800 millones de euros en 2030.</p>	<p>Agricultura, Acuicultura, Textil, Biotecnología, Bioenergías (incluidos los biocombustibles), Alimentos, Papel de pulpa, Pesca, Madera, Productos</p>	<p>Estrategia de Desarrollo Sostenible de Letonia hasta 2030 (2010).</p> <p>Plan Nacional de Desarrollo de Letonia para 2014-2020 (2012).</p> <p>La estrategia de Letonia para lograr la neutralidad climática de aquí a 2050 (2019).</p> <p>Plan Nacional de Energía y Clima de Letonia 2021-2030 (2020).</p>

		Incrementar el valor de las exportaciones de producción de la bioeconomía a al menos 9 mil millones de euros en 2030.	de madera y muebles, etc.	
Noruega	La estrategia de bioeconomía del Gobierno (2016).	<p>El principal objetivo de la estrategia es aumentar el valor añadido de la bioeconomía.</p> <p>Además, crear crecimiento económico y empleo a través de la producción de productos y servicios de soluciones sostenibles con el mayor valor añadido posible. La bioeconomía añadió 26.000 millones de euros en 2019 para acelerar la tasa de crecimiento anual del 3% del valor añadido de la bioeconomía hasta el 4%. Si se cumple el objetivo de la estrategia de bioeconomía, el valor añadido de la bioeconomía alcanzará los 50 000 millones de euros en 2035. La bioeconomía tiene un papel</p>	<p>Agricultura, Acuicultura, Textil, Biotecnología, Bioenergías (incluidos los biocombustibles), Alimentos, Papel de pulpa, Pesca, Madera, Productos de madera y muebles, etc.</p>	<p>Estrategia climática y energética (2016). Hoja de ruta de la Economía Circular (2017). El compromiso de la sociedad con el desarrollo sostenible. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima de Finlandia (2019).</p>

		<p>importante que desempeñar en el apoyo a la transición verde de la sociedad. Una bioeconomía sostenible es la solución a muchos problemas climáticos y de biodiversidad. Un papel activo de la bioeconomía en la transición verde contribuirá a garantizar una transición social y regionalmente justa y económicamente sostenible.</p> <p>La estrategia de bioeconomía también pretende:</p> <ul style="list-style-type: none">Crear soluciones de bioeconomía competitivas e innovadoras para los problemas globales;Crear negocios regenerativos para los mercados nacionales e internacionales que traigan prosperidad a toda Finlandia;Aumentar el uso racional de los recursos y el reciclaje de		
--	--	--	--	--

		<p>materiales, y hacer uso de corrientes secundarias;</p> <p>Reducir la dependencia de materias primas de fuentes de energía no renovables, especialmente fósiles;</p> <p>Garantizar la sostenibilidad ecológica, la justicia social y fortalecer el conocimiento sobre la capacidad renovable de los recursos renovables;</p> <p>Mejorar y reformar la base tecnológica.</p>		
--	--	---	--	--

Fuente: Agência Portuguesa do Ambiente (2021); European Commission (2023); Federal Government (2020); Gobierno de España (2015); Government of Ireland (2018); Governo Italiano (2019); Ministry of Agriculture (2017); Ministry of Economic Affairs and Climate Policy (2018); Ministry of Trade, Industry and Fisheries (2016); Republic of Austria (2019); République Française (2017, 2018).

Ahora bien, la Estrategia de Bioeconomía actualizada en 2018 tiene como meta impulsar de manera acelerada una bioeconomía europea sostenible, maximizando su aporte a la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), así como al Acuerdo de París. Además, de acuerdo con la CE (2018, §2-4):

La actualización también responde a las nuevas prioridades políticas europeas, en particular la Estrategia de Política Industrial renovada, el Plan de Acción de Economía Circular y la Comunicación sobre la Aceleración de la Innovación en Energía Limpia, donde se resalta la importancia de una bioeconomía circular y sostenible para lograr sus objetivos. Este documento propone un plan de acción con 14 medidas concretas que se lanzarán en 2019, basado en tres prioridades clave: a) Fortalecer y ampliar los sectores de base biológica, desbloquear inversiones y mercados; b) Implementar bioeconomías locales rápidamente en toda Europa; y c) Comprender los límites ecológicos de la bioeconomía.

Análisis de la bioeconomía en la Unión Europea

El desarrollo de la bioeconomía en la UE resalta la implementación de acciones clave previas a la formulación de políticas en bioeconomía como marcos legislativos que facilitaron la inversión extranjera directa (IED), el desarrollo de la investigación. (Wessler, 2023, comunicado personal) y se estableció una política comercial destinada a respaldar la apertura y comercialización de productos derivados de organismos biológicos. Posteriormente, se llevó a cabo una consulta pública con los diversos actores de la cadena de bioeconomía. El objetivo de estas consultas fue obtener no solo sus percepciones, sino también comprender sus necesidades y evaluar de qué manera una normativa específica en la bioeconomía podría brindarles apoyo.

La implementación de la política en bioeconomía se circunscribió a proyectos con altos recursos financieros, como el Horizonte Europeo 2020. Esto no solo proporciona un respaldo económico sólido para su desarrollo, sino que también se alinea con las acciones de trabajo previamente identificadas. Después de cinco años desde su lanzamiento, se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de la política en bioeconomía. Esta revisión hizo posible la identificación de las prácticas exitosas y los aspectos que requerían mejora. Así, se sentaron las bases para una actualización de la política. Es relevante destacar que dicha revisión la hicieron especialistas que no participaron en procesos anteriores, con el objetivo de prevenir posibles conflictos de intereses.

Si bien en el rango del periodo estudiado nueve países ya han implementado una política nacional en bioeconomía, es meritorio recortar que la presidencia del Consejo de la UE es

rotatoria¹³, lo que dio como resultado que cada estrategia de política en bioeconomía pudiese adoptar diferentes énfasis, prioridades, enfoques y objetivos regionalmente diferentes (Consejo de la Unión Europea, 2023). A su vez, hubo diferentes grupos de interés que informaron y educaron sobre la bioeconomía a la sociedad civil, esta última práctica tuvo un efecto multiplicador de su comprensión (Wesseler, 2023, comunicado personal).

V. Bioeconomía en Estados Unidos

En Estados Unidos, la bioeconomía se remonta a 1990. En ese año, según Frisvold *et al.* (2021), se dieron los primeros intentos por conceptualizarla. Puesto que el país incorporó avances de las ciencias de la información, computación e ingeniería en disciplinas vinculadas a las ciencias biológicas, se dio un mayor auge de la biotecnología. El enfoque bioeconómico estadounidense brinda oportunidades para desarrollar productos innovadores, con ventajas como la disminución de las emisiones de carbono y mejoras en las aplicaciones para el cuidado de la salud.

Acciones relacionados con bioeconomía del 2010 al 2020

En el 2010, la Casa Blanca publicó el Memorándum de Prioridades de Ciencia y Tecnología para el año fiscal 2012, el cual se realizó de forma conjunta con la Oficina de Política Científica y Tecnológica (OSTP) de la Casa Blanca y la Oficina de Gestión y Presupuesto (OMB). Este tiene como finalidad abordar seis desafíos claves (Orszag, 2010; Office of the President and Office of Management and Budget, 2010, pp. 1-2):

1. Promover el crecimiento económico sostenible y la creación de empleos.
2. Derrotar las enfermedades más peligrosas y lograr mejores resultados de salud para todos, al tiempo que se reducen los costos de atención médica.
3. Avanzar hacia un futuro.
4. Comprender, adaptarse y mitigar los impactos del cambio climático global.
5. Gestionar las demandas competitivas sobre la tierra, el agua dulce y los océanos para la producción de alimentos, fibras, biocombustibles y servicios ecosistémicos basados en la sostenibilidad y la biodiversidad.
6. Desarrollar las tecnologías para proteger a nuestras tropas, ciudadanos e intereses nacionales.

¹³ Esto significa que el foco de la atención política del continente estará en cada uno de los veintisiete Estados miembros durante un semestre. Por ejemplo, un semestre Francia; otro semestre Alemania; y así sucesivamente con cada uno de los Estados.

Además, se subraya a la bioeconomía como vitalicia para abordar estos desafíos: Apoyar la investigación para sentar las bases de una “bioeconomía” del siglo XXI. Los avances en biotecnología y las mejoras en nuestra capacidad para diseñar sistemas biológicos tienen el potencial de abordar las necesidades nacionales críticas en agricultura, energía, salud y medio ambiente. (Jones, 2010)

Este mandato habilita a las agencias federales para respaldar el crecimiento y desarrollo de la bioeconomía y su generación de empleo, lo que permitió la reforma del sistema de patentes por medio de la legislación *American Invents Act* (United States Congress, 2011). Además, el memorándum insta a las agencias a dirigir sus recursos hacia la superación de desafíos, considerando la bioeconomía como una oportunidad para hacerlo. Se destaca que la bioeconomía, específicamente en la biotecnología, presenta amplias posibilidades para el desarrollo en EE. UU. El documento (Executive Office of the President, 2010; Jones, 2010) destaca la importancia de respaldar y financiar: 1) la implementación de la Iniciativa Nacional de Nanotecnología (2000), que ya ha recibido un presupuesto de 12.000 millones de dólares en una década, incluyendo una asignación adicional de 1.800 millones en 2010 (Roco, 2011); y 2) la adopción de la iniciativa de Investigación y Desarrollo de Redes y Tecnología de la Información (NITRD, 2012).

En 2012, la suma de estas acciones permitió la creación del Plan Nacional de Bioeconomía de EE. UU., el cual tuvo dos propósitos: por un lado, establecer metas estratégicas que maximicen el potencial de la bioeconomía en los Estados Unidos y, por otro lado, destacar los primeros logros hacia los cinco objetivos delineados en esta regulación (The White House, 2012, pp. 2-5):

1. Fortalecer la I+D estratégica relevante.
2. Trasladar los descubrimientos del laboratorio al mercado.
3. Reducir las barreras regulatorias.
4. Desarrollar una fuerza laboral en bioeconomía.
5. Promover asociaciones público-privadas.

Este documento resalta la biotecnología como una de las rutas más innovadoras de la bioeconomía para llegar a producir materias primas para la energía, agricultura, seguridad alimentaria, salud, etc. En el 2013, se realizó el *Programa de asistencia para la refinería*, posteriormente rebautizado *Programa de asistencia para la fabricación de biorrefinerías, productos químicos renovables y productos de base biológica*, el cual incluso sigue en vigencia. Por medio de él, se otorgan préstamos de hasta 250 millones de dólares para ayudar en el desarrollo,

la construcción y la modernización de tecnologías nuevas y emergentes (biocombustibles avanzados, productos químicos renovables y productos de base biológica) (USDA, 2024).

Mientras tanto, la Casa Blanca (2016) lanzó la iniciativa de precisión, donde la biotecnología resulta ser medular para comprender enfermedades y desarrollar diagnósticos para ellas. En ese mismo año, el Departamento de Energía de EE. UU. (DOE) y el USDA realizaron el documento *The Billion to Biomass*, el cual muestra el impacto de los biocombustibles líquidos para descarbonizar el transporte y mitigar las reducciones de emisiones de dióxidos de carbono (U.S. Department of energy, 2016). Además, se lanzó un consorcio de siete laboratorios nacionales, Agile BioFoundry, el cual tuvo como finalidad la biofabricación. También, *la National Science Foundation* (2016) lanzó un programa de cinco años titulado *Big Idea* con la finalidad de entender las reglas de la vida y su desarrollo económico por medio de recursos biológicos.

En el 2017, terminó el programa de asistencia para cultivos de biomasa (BCAP, por sus siglas en inglés), el cual fue administrado por el USDA. Este programa tenía como finalidad promover el cultivo de biomasa sostenible (vegetación y desechos agrícolas) para la producción de energía renovable (bioenergía o biocombustibles avanzados) y para apoyar al país y sus agricultores. En este proyecto se dio apoyo técnico para la transición, así como incentivos financieros para facilitarlos. Así, el USDA paga “50% de los costos de establecimiento de un cultivo elegible cubierto por el contrato, pero sin exceder los \$500 por acre (\$750 en agricultores o ganaderos socialmente desfavorecidos) y los pagos de incentivos anuales serán determinados por el USDA” (Department of Agriculture, Commodity Credit Corporation, 2010, §28).

Ese mismo año, se actualizó la modernización del sistema regulatorio de productos biotecnológicos con el propósito de mejorar la bioseguridad, transparencia y simplificar los procesos regulatorios para agilizar el ritmo de las innovaciones en el mercado biotecnológico (The White House, 2017). En esta misma dirección, la USDA indica la necesidad de mejorar el sistema regulatorio si se desea tener un ecosistema de biotecnología (U.S. Department of Commerce, 2017).

Ahora bien, en el 2019 se realizaron diferentes publicaciones no estatales donde se aclara que lo anterior no ejemplifica la percepción de los EE. UU. La primera publicación se refiere a la *Iniciativa de bioeconomía: marco de implementación* (BR&D, 2019). La segunda es *Biología de ingeniería: una hoja de ruta de investigación para la bioeconomía de próxima generación* (EBRC, 2019). Ese mismo año, la Casa Blanca publicó el Memorandum de Prioridades de Ciencia y

Tecnología para el año fiscal 2021, que menciona que la bioeconomía es clave para el desarrollo del país y por eso se le debe asignar recurso financiero (Executive Office of the President, 2019).

A su vez, la Oficina de Ciencia, Tecnología y Política (OSTP) realiza una consulta pública para conocer la percepción de la bioeconomía de todas las partes interesadas en la temática. Su finalidad es conocer cómo se ha desarrollado la bioeconomía y si las acciones realizadas hasta el momento han dado los resultados deseados (Office of Science and Technology Policy, 2019). A finales de ese mismo año, se desarrolló el “*White House Summit on America Bioeconomy*” para conocer las oportunidades y los desafíos mundiales sobre el tema (The White House, 2019). Finalmente, se publicó la legislación HR 4373 para la Biología de Ingeniería, donde se involucra a la NASA para explorar todos los usos posibles de la bioeconomía (Congress H.R. 4373, 2019).

En el 2020, se presentó la ley S.1418, Ley de Investigación y Desarrollo de la Bioeconomía, aprobada en el 2021. Esta pretende ordenar la OSTP e implementar una Iniciativa Nacional de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Biológica. Para ello, hay un comité interinstitucional que presentará informes trienales al Congreso hasta el año fiscal 2028 en apoyo de la iniciativa. Esta iniciativa se desarrollará con la NSF, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, el Departamento de Energía, el Departamento de Defensa, la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), el Departamento de Agricultura y el Departamento de Salud y Servicios Humanos (Congress H.R. 4373, 2021). Cabe destacar que durante este tiempo se ofrecieron diferentes tipos de webinars, simposios y actividades de difusión que se han realizado en EE. UU. desde antes del periodo de búsqueda.

Análisis de la bioeconomía en Estados Unidos

Estados Unidos cuenta con una larga trayectoria en el desarrollo de la biotecnología. De hecho, el desarrollo de la bioeconomía se ha encontrado estrechamente vinculado a los avances en CT, desde donde se asignan partidas presupuestarias a la temática. A su vez, se agilizaron los procedimientos de patentes con la finalidad de apoyar el desarrollo de la bioeconomía, su generación de empleo y propiciar la innovación con miras a contribuir al desarrollo económico y tecnológico del país. La implementación de la normativa en bioeconomía destacó la relevancia de la biotecnología como una de las rutas más innovadoras para impulsar el desarrollo de diversos sectores de la economía estadounidense. Al mismo tiempo, se incorporó otro sector esencial de la bioeconomía: los biocombustibles.

Es importante subrayar que estos proyectos recibieron asignación presupuestaria para llevar a cabo su respectiva ejecución. Simultáneamente, se proporcionó asistencia para impulsar este tipo de producción en la sociedad estadounidense. Además, actualizó el sistema regulatorio de productos biotecnológicos con el objetivo de mejorar la bioseguridad, transparencia y simplificar los procesos regulatorios para acelerar el ritmo de las innovaciones en este mercado.

Siete años después de la implementación de la política de bioeconomía, se llevó a cabo una consulta pública para obtener la percepción de todas las partes interesadas en la temática. Este proceso tuvo como objetivo incorporar elementos considerados como necesarios según las perspectivas recopiladas. Es relevante destacar que Estados Unidos implementó estrategias de comunicación con la sociedad, difundiendo la temática a través de webinars y simposios. El objetivo de estas acciones fue dar a conocer la bioeconomía a todos los sectores interesados.

Síntesis del desarrollo de la bioeconomía por países

La bioeconomía en los países analizados ha tenido un desarrollo variado, no se puede decir que ha habido una fórmula homogénea. Sin embargo, cuenta con tres elementos vitales identificados para su desarrollo: a) legislación; b) elementos de política comercial; y c) estrategias de comunicación y difusión. A este respecto, la Tabla 5 resume la forma en que se ha desarrollado la bioeconomía en los países seleccionados.

Tabla 5. Cuadro comparativo del desarrollo de la bioeconomía en los Estados seleccionados

Estado	Legislación o institucionalidad	Sector de la bioeconomía	Elementos de política comercial	Estrategias de comunicación y difusión
Argentina	<p>Programa Fomento de la Bioeconomía (2017)</p> <p>Dirección Nacional de Bioeconomía (2020)</p>	<p>Biotecnología</p> <p>Biocombustibles</p> <p>Bioemprendimientos</p>	<p>Fondo para el desarrollo de las energías renovables y el fideicomiso de administración y financiero.</p> <p>Creación de la Agencia Argentina de Inversiones y Comercio Internacional.</p> <p>Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía (estableciendo porcentajes específicas para las mezclas de biocombustibles).</p> <p>Líneas de financiamiento con tasas de interés bonificadas para disminuir el costo de las inversiones en bioeconomía.</p>	<p>Enseñanza de la bioeconomía a nivel educativo medio.</p> <p>Publicación de documentos informativos por parte del gobierno.</p> <p>Talleres multisectorial de formación.</p> <p>Webinars de difusión.</p> <p>Simposios nacionales por región y simposios internacionales.</p> <p>Mesas redondas.</p>
Brasil	<p>Plan de Acción en Ciencia, Tecnología e</p>	<p>Biocombustibles</p> <p>Biotecnología</p> <p>Bioinsumos</p>	<p>Legislación para la incorporación de las mezclas en biocombustibles.</p>	<p>Facilitar la articulación entre las zonas más vulnerable y el acceso a oportunidades de desarrollo.</p>

	<p>Innovación en Bioeconomía (PACTI Bioeconomía) (2018)</p> <p>Programa Bioeconomía Brasil – Sociobiodiversidad (2019)</p>		<p>Beneficios fiscales para los proyectos relacionados a biocombustibles¹⁴.</p> <p>Líneas de acción para estimular el crecimiento de la bioeconomía con más de 13.8 millones de dólares.</p> <p>Generar subsidios para la formulación de programas que faciliten sus desarrollo.</p> <p>Apoyo en la comercialización de los bioproductos de los pequeños, medianos productores rurales familiares, pueblos y comunidades tradicionales con una asignación de 800 000 dólares.</p> <p>Creación de certificación de biocombustibles por eficiencia en</p>	<p>Creación de evento como Etanol Talks, donde convergen los sectores ambiente, economía y energías.</p> <p>Webinars.</p> <p>Mesas redondas.</p> <p>Simposios.</p>
--	--	--	--	--

¹⁴ Se consideró como proyecto prioritario los biocombustibles, propiciando la emisión de obligaciones incentivadas por los productores del sector. Las obligaciones son títulos de deuda de empresas que acuden al mercado financiero para recaudar fondos para aumentar capital, financiar proyectos o pagar deudas. Básicamente, el inversor, al adquirir estos títulos, presta su dinero a una empresa y a cambio recibe una renta anual acordada en el momento de la compra.

			la reducción de emisiones que le asignan mayor valor a estos productos en el mercado Créditos de descarbonización.	
Colombia ¹⁵	<p>Estrategia de Colombia Bio (2015)</p> <p>Política de crecimiento verde (2018)</p>		<p>Presupuesto de 611,745,720 dólares para la implementación de sus líneas de acción.</p> <p>Atracción de inversión en CTI, facilitando el apoyo al bioemprendimiento por medio de inversión extranjera.</p> <p>Apoyo a las cadenas de producción referentes a la bioeconomía para facilitar la llegada de productos al mercado nacional.</p>	<p>Programa para formación de niños que impulsan proyectos basados en su diversidad biológica local. La finalidad es poder informar a todas las edades y diferentes generaciones sobre la valoración y apropiación de su biodiversidad.</p> <p>Difusión de la importancia de la biodiversidad, sus diferentes usos, la aplicación de alta y baja tecnología por medio de redes sociales, esquemas creativos y contemporáneos.</p> <p>Implementación de herramientas de gestión para identificar y preparar grupos de investigación y empresas enfocadas en productos biobasados, con el objetivo de mejorar estrategias</p>

¹⁵ Tanto el primer (2011) como el segundo documento (2018).

				<p>empresariales. Además, crear un portafolio de 100 productos bio para informar y atraer financiamiento externo en Colombia.</p> <p>Proyectos de formación de capacidades en innovación y capacidades empresariales a personas investigadoras para vincular la academia con el sector privado.</p>
Unión Europea	Innovando para un desarrollo sostenible: Una bioeconomía para Europa (2012)	Biotecnología Bioeconomía	<p>Mercado Líder fomenta la apertura y la comercialización de productos derivados de organismos biológicos con una asignación presupuestaria de 83 millones de euros.</p> <p>Los planes de acción cuentan con un apoyo presupuestario de programas con financiamiento disponible de 80.000 y 4.500 millones de euros.</p>	<p>Consulta pública a la sociedad por profesionales independientes a la implementación de la estrategia, para conocer la percepción de la bioeconomía.</p> <p>Cursos especializados en la Educación Superior.</p> <p>Webinars, talleres, creación de clústeres. Cabe destacar que incluso ofrecen webinars para conocer cómo aplicar a los recursos financieros de la UE en bioeconomía.</p>

Estados Unidos	<p>Memorándum de Prioridades de Ciencia y Tecnología (2010)¹⁶</p> <p>Plan Nacional de Bioeconomía de Estados Unidos (2012)</p> <p>En el 2020, se presentó la ley S.1418, Ley de Investigación y Desarrollo de la Bioeconomía (2021)</p>	<p>Biotecnología</p> <p>Biocobustibles</p> <p>Bioinsumos</p>	<p>Sus planes de acción cuentan con un presupuesto de 12,000 y 1800 millones de dólares.</p> <p>Préstamos de hasta 250 millones de dólares para ayudar en el desarrollo, la construcción y la modernización de tecnologías nuevas y emergentes.</p> <p>Incentivos financieros y apoyo técnico para agricultores o ganaderos para pasar sus fincas a la bioeconomía.</p>	<p>Consulta pública a la sociedad para conocer el avance de la bioeconomía.</p> <p>Webinars, talleres, creación de clústeres. Cabe destacar que incluso ofrecen webinars para conocer cómo aplicar a los recursos financieros de la UE en bioeconomía.</p>
----------------	--	--	---	--

Fuente: Elaboración propia

¹⁶ Subraya la bioeconomía como vitalicia para lograrlo.

Ahora bien, también es importante destacar que la bioeconomía, en el imaginario colectivo, ha estado relacionado con la agricultura, especialmente porque los insumos son de origen biológico. No obstante, su desarrollo se vincula con diferentes sectores y estos países muestran que en su desarrollo y éxito intervienen diferentes instituciones, tal y como lo muestra la Tabla 6.

Tabla 6. Número de unidades e instituciones vinculadas con la bioeconomía de los países estudiados entre 2019 y 2020, clasificadas por sector al cual pertenecen

Sector	País	Número de unidades e instituciones
Aeronáutica y espacio	Estados Unidos	1
Agropecuario	Argentina	4
	Brasil	1
	Colombia	1
	Estados Unidos	1
Ambiente y energía	Argentina	1
	Brasil	6
	Colombia	1
	Estados Unidos	1
Defensa	Estados Unidos	1
Hacienda	Argentina	1
	Estados Unidos	1
Infraestructura	Brasil	1
Planificación, comercio y economía	Argentina	2
	Brasil	1
	Colombia	1
Poder Legislativo	Brasil	1
	Estados Unidos	1
Política social y de salud	Colombia	1
	Estados Unidos	2
Presidencia y Relaciones Exteriores	Brasil	2
	Colombia	1
	Unión Europea	1

	Estados Unidos	1
Producción, trabajo, ciencia y tecnología, industria	Argentina	2
	Brasil	2
	Colombia	2
	Unión Europea	1
	Estados Unidos	3

Fuente: Elaboración propia

Capítulo IV. Desarrollo de la bioeconomía en el Estado Costarricense

El cambio climático es un desafío generacional. Tenemos que ser la generación que hizo lo que debía.

(Al Gore, 2007)

La Estrategia Nacional de Bioeconomía de Costa Rica, lanzada por el MICITT en 2020, impulsa un cambio estructural hacia una economía basada en el conocimiento. Esta estrategia enfatiza “la valorización de los recursos de la biodiversidad por medio de la articulación público-privada generada a partir de la creación del Clúster de Ciencias de la vida (CR-Biomed)” (MICITT, 2020, p. 26). A su vez, el ente rector (MICITT, 2020) indicó que la bioeconomía, en última instancia, se postula como una alternativa viable para mitigar las disparidades de desarrollo entre la región central y las áreas periféricas del país. Diversos ejes estratégicos y líneas de acción enmarcados en esta estrategia tendrán como finalidad disminuirlas.

La creación de la presente estrategia surge en una coyuntura específica, ya que desde el 2015 Costa Rica empieza su proceso de adhesión a la OCDE, por lo que una meta institucional fue atender cada una de las recomendaciones del ente evaluador (OCDE, 2023). En ese sentido, el país inició en diciembre de 2017 el taller *Bioeconomía, recomendaciones de la OCDE*, “en el cual se presentaron las sugerencias de la OCDE a los programas de ciencia, tecnología e innovación. La bioeconomía fue propuesta como una respuesta del país a dichas recomendaciones” (MICITT, 2020, p. 20). La estrategia de bioeconomía se basó en un proceso institucional y participativo, y se entrevistó a representantes del sector privado, académico y público, MICITT, 2020, pp. 7-8):

- En el sector privado estuvo presente: la Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria (CNAA); Cámara de Industrias de Costa Rica; Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (Canapep); Cluster CR-Biomed; Gerencia de Clima de Inversión de la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE); y Fundecooperación.
- En la academia: Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos (CITA), Universidad de Costa Rica (UCR); Centro de Investigación de Economía Agrícola y Desarrollo Agroempresarial, UCR; Observatorio del Desarrollo, UCR; Escuela de Ingeniería de Biosistemas, UCR; Auge, UCR; Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional (UNA); Lanotec/ Cenat; Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR).

- En el sector público: La dirección de Innovación del MICITT; Banca de Inversión del PROCOMER; Programa de Biogás, Instituto Costarricense de Electricidad (ICE); Dirección de Gestión de la Calidad Ambiental (Digeca-Minae); Dirección de Cambio Climático (DCC-Minae); Centro Nacional de Información Geo-ambiental en Ministerio de Ambiente y Energía (Ceniga-Minae).

A su vez, se contó con la participación y apoyo de otras organizaciones, como la CEPAL, Consejo Alemán para la Bioeconomía, IICA, Allbiotech, GIZ-Costa Rica.¹⁷ En el 2019, se formuló el Comité Interministerial de Bioeconomía (CIB), integrado por:

Federico Torres (coordinador), director de Investigación y Desarrollo del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Comunicaciones (Micitt); José Rafael Corrales, de la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG); Cynthia Córdoba, de la Secretaría de Planificación Sectorial Ambiental del Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE); Ángela González y Melania Muñoz, de la Comisión Nacional de Gestión de la Biodiversidad (CONAGEBIO) del MINAE; y Óscar Quesada, de la División de Investigación Económica y Mercados del Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC). El proceso contó con la asesoría de Adrián Rodríguez, jefe de la Unidad de Desarrollo Agrícola y Biodiversidad, División de Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), y con el apoyo de Laura Barahona, como consultora de la CEPAL (Torres, 2023 y MICITT, 2020). El proceso de elaboración de la estrategia nacional de bioeconomía contó con tres etapas.

La primera etapa consistió, según el MICITT (2020, p. 20), en:

- a. Identificación y levantamiento de información sobre iniciativas de políticas públicas y de investigación y desarrollo en ámbitos relevantes para el desarrollo de la bioeconomía (septiembre–diciembre de 2018);
- b. Consulta con expertos en ámbitos relevantes para el desarrollo de la bioeconomía, en los sectores público, privado y de ciencia y tecnología (septiembre de 2018–marzo de 2019);
- c) Taller Hacia una Estrategia Nacional de Bioeconomía, Proyecto nacional para establecer las principales líneas de trabajo y la pertinencia de este enfoque en nuestro país (CENAT, 26 de septiembre de 2018) y
- d. Taller El potencial de la bioeconomía para la agricultura y el Desarrollo Rural de Costa Rica (IICA, 13 de diciembre de 2018).

¹⁷ El listado completo puede encontrarse en el documento de referencia.

Con base en los insumos obtenidos durante la fase inicial, se formuló una propuesta de ejes estratégicos y líneas de acción. Esta se sometió a consulta durante los meses de abril y mayo de 2019. Este proceso de revisión involucró la realización de varios talleres (MICITT, 2020, p. 21):

- a. Taller con jóvenes bioemprendedores, con la colaboración de All Biotech Costa Rica (30 de abril de 2019);
- b. Taller con el sector académico y de ciencia y tecnología, con la colaboración del CENAT (7 de mayo de 2019);
- c. Taller con el sector privado agropecuario, con la colaboración de IICA (8 de mayo de 2019);
- d. Taller con el sector de biotecnología, con la colaboración del Clúster de Ciencias de la vida–CR-Biomed (9 de mayo de 2019) y
- d. Taller con instituciones del sector público (10 de mayo de 2019).

Las actividades de las dos fases iniciales fueron coordinadas por el MICITT con el respaldo de un grupo de trabajo *ad hoc* que incluía representantes de los Ministerios de Agricultura y Ganadería (MAG), Ambiente y Energía (MINAE), y Economía, Industria y Comercio (MEIC), así como la colaboración técnica de CEPAL–GIZ. Este grupo, formado en junio del 2019, se llamó Comité Interministerial de Bioeconomía (CIB). En la tercera fase, se llevó a cabo un proceso de divulgación regional con apoyo del MIDEPLAN y el MAG. Durante este período, los miembros del CIB participaron en sesiones de los Consejos de Desarrollo Regional (COREDES) y de los comités sectoriales regionales agropecuarios del MAG. Ahora bien, los ejes de la normativa se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Ejes de la estrategia nacional de bioeconomía

Eje estratégico	Objetivo	Líneas de acción
Bioeconomía para el desarrollo rural	Fomentar un desarrollo rural productivo, sostenible e inclusivo, a partir de la diversificación y agregación de valor en la producción de bienes y servicios en las actividades agropecuarias, pesqueras y forestales, fomentando la creación de redes de valor y una mejor gestión ambiental de sus procesos productivos.	<ol style="list-style-type: none"> a. Producción agropecuaria sostenible y con descarbonización fósil. b. Alimentos e ingredientes con valor agregado y atributos de diferenciación. c. Pesca y acuicultura sostenibles.
Biodiversidad y desarrollo	Potenciar los servicios ecosistémicos y el uso sostenible de los recursos de	<ol style="list-style-type: none"> a. Uso sostenible de la biodiversidad y bioturismo en corredores biológicos.

	<p>la biodiversidad terrestre y marina como un nuevo motor para el desarrollo sostenible, inclusivo, con alta agregación de valor y bajas emisiones de gases de efecto invernadero.</p>	<p>b. Fomento de los servicios ecosistémicos.</p> <p>c. Bioprospección y aprovechamiento económico de los recursos genéticos y bioquímicos de la biodiversidad.</p> <p>d. Desarrollo de aplicaciones de tecnologías digitales (APP) sobre áreas de conservación y la belleza escénica natural del país.</p>
<p>Biorrefinería de biomasa residual</p>	<p>Fomentar el desarrollo de nuevas actividades productivas basadas en el aprovechamiento pleno y la valorización de la biomasa residual de los procesos agropecuarios, agroindustriales, forestales y pesqueros.</p>	<p>a. Conocimiento de la biomasa residual.</p> <p>b. Producción de bioenergía.</p> <p>c. Producción de biomateriales.</p> <p>d. Producción de biomoléculas y bioproductos avanzados de alto valor.</p>
<p>Bioeconomía avanzada</p>	<p>Fomentar la creación de nuevas actividades a partir del desarrollo de nuevos productos, aplicaciones y plataformas biotecnológicas y bionanotecnológicas, potenciando sinergias y alineamientos entre las capacidades científicas del país en ciencias biológicas y el uso sostenible de los recursos de la biodiversidad.</p>	<p>a. Instaurar un clima de negocios favorable para el desarrollo de nuevos productos, aplicaciones y plataformas biotecnológicas y bionanotecnológicas.</p> <p>b. Impulsar del emprendimiento en nano y biotecnologías y ámbitos relacionados.</p> <p>c. Apoyar emprendimientos en las fases de pilotaje y escalamiento.</p> <p>d. Colocar, en mercados internacionales, los nuevos bioproductos, plataformas,</p>

		aplicaciones biotecnológicas, etc.
Bioeconomía urbana y ciudades verdes	Promover la aplicación de principios biológicos en políticas e iniciativas para el desarrollo urbano, en ámbitos relacionados con la gestión de residuos sólidos, el desarrollo de espacios para el esparcimiento y la construcción de edificios.	<ul style="list-style-type: none"> a. Gestión sostenible y valoración de residuos sólidos urbanos. b. Corredores biológicos interurbanos. c. Diseño urbano inspirado en principios, procesos y sistemas biológicos.

Fuente: Elaboración propia a partir del MICITT (2020).

Considerando los fundamentos de la estrategia de la bioeconomía, es crucial evaluar su estado tres años después de su lanzamiento. En la actualidad aún no se han implementado sus líneas de acción. Al respecto, Orlando Vega, viceministro del MICITT, señala que en esta administración se enfoca en aplicar la política bioeconómica. En ese sentido, se está trabajando en informar a la sociedad sobre la bioeconomía y resalta que la finalidad de una política pública no debe pesar en buenas intenciones, sino en su pragmatismo. Por ello, durante el 2023, el Ministerio ha desarrollado una serie de talleres para conocer los distintos niveles de articulación, recursos disponibles (biológicos y de innovación) y actores, identificando las dinámicas de cada territorio (Vega, 2023, comunicación personal) cuyo resultado aún se encuentran en la elaboración. La gestión de la Estrategia comenzó en el periodo en el que el mundo experimentaba la pandemia por el COVID-19, lo que condujo a una concentración de esfuerzos para abordar los desafíos vinculados a esta situación.

Ahora, el Hub de Biomateriales¹⁸ también llevó a cabo talleres regionales en bioeconomía. Su objetivo era informar a las regiones, comprender sus necesidades y desafíos, y facilitar la conexión de los bioemprendimientos con laboratorios, centros de investigación e incubadoras para el desarrollo de propuestas de valor por medio de talleres en Puntarenas, San Carlos, Pérez Zeledón y Cartago, con dos talleres en cada lugar (Medina, 2023, comunicación personal). Los talleres se centraron especialmente en apoyar a los negocios que brinda la bioeconomía a la sociedad costarricense, que, en última instancia, son los que concretan y dan vida a la bioeconomía. Así, se proporcionaron diversos hallazgos sobre el avance de la bioeconomía en el país.

¹⁸ Con apoyo del sector académico, privado, público y organizaciones internacionales.

Las empresas en fase de ideación no tienen una ruta clara para el acompañamiento técnico. Se identifica la necesidad de fortalecer aspectos relacionados con propiedad intelectual, cultura empresarial y gobernanzas corporativas, pues hay poca claridad respecto a los accesos a fondos y recursos para la fase de prototipado y/o escalamiento. Es necesario reforzar la comprensión de las necesidades para definir el alcance de productos, pues muchos emprendimientos no saben que sus productos son bioeconómicos y constituyen parte de las soluciones a las amenazas globales. Lo que subraya la importancia de una mayor difusión de herramientas y servicios de apoyo. (Medina, 2023, comunicación personal y Trelles, 2023, comunicación personal).

En Costa Rica se realizó el primer programa centroamericano de apoyo de inversión a la bioeconomía gracias a *Kirshner Impact Foundation*, donde por medio de un análisis exhaustivo a las empresas del país, se seleccionan aquellas que cumplan con su tesis de inversión. En este caso, para el primer capítulo de Costa Rica se encontraron más de 100 emprendimientos de base bioeconómica y, entre sus principales retos, se destacó la internacionalización del producto, dificultades de los procesos legales e institucionales para su respectiva formalización y aval del producto. Esto impide la iniciación de estructuras empresariales, además, muestra que algunas de las empresas que estuvieron en el proceso se acercaron a la convocatoria debido a la afinidad con la tesis de inversión y no porque se reconocieran como bioemprendimientos (Napsusiale, 2023, comunicación personal y CR1, 2023, comunicación personal).

Estos elementos concuerdan con los resultados obtenidos en los talleres regionales llevados a cabo por el Hub de Materiales. Vega (2023, comunicación personal) expresa su sorpresa al observar cómo este tipo de negocios en la bioeconomía están avanzando, y recalca que es necesario traducir la institucionalidad en incentivos al mercado, impulso así la bioeconomía en los territorios. Sobre este último punto, el MICITT ha hecho capacitaciones y programas, como el Agro Innovación y “*BioInnova -Training*”, este último especialmente enfocado en la biomasa residual:

un programa especializado e intensivo de 10 semanas, el cual está dirigido a personas participantes tomadoras de decisión de Unidades Productivas, que busca fortalecer las capacidades empresariales de las unidades productivas cuyo modelo de negocios actual es lineal, de manera que identifiquen nuevas formas rentables de aprovechamiento de la biomasa residual para el avance hacia su transformación productiva basada en la bioeconomía. (Bioemprender, 2023)

Este programa, según destaca el viceministro, merece atención especial, pues la estrategia diseñada implica otorgar becas a los seleccionados. No obstante, se requiere que abonen una tarifa (FEE) de aproximadamente 450 000 colones para acceder a cursos valorados en alrededor de 7,000,000 colones. Esto no solo permite una tasa de retención de los beneficiarios del 95%, sino que también desarrollen un sentimiento de pertenencia (Vega, 2023, comunicación personal). Actualmente, la diputada Paulina Ramírez (PLN), presentó en la Asamblea Legislativa el proyecto de fomento a la bioeconomía, expediente N.º 23.868. Este aún no ha sido aprobado, sino que se encuentra en la orden del día y en debate en la Comisión de Económicos, según consulta realizada en la página de la Asamblea Legislativa el 1º de enero de 2024. (Asamblea Legislativa, 2023).

El marco normativo propone un impulso en esta área, manteniendo la definición establecida en la estrategia nacional de bioeconomía. La supervisión recae en el MICITT, y tanto este como el MEIC (Ministerio de Economía, Industria y Comercio) deben elaborar políticas para el fomento a la bioeconomía. Mientras tanto, el ente encargado de la formación profesional será el INA (Instituto Nacional de Aprendizaje). Se asigna a COMEX (Ministerio de Comercio Exterior) la responsabilidad, a través de PROCOMER (Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica), de desarrollar programas que fomenten las exportaciones de productos relacionados con la bioeconomía y de promover la inversión en este sector. Otro elemento vitalicio de la norma es la sección de financiamiento, especialmente lo relativo a la creación del Fondo de Estímulo de Innovación Bioeconómica, el cual indica cómo se obtendrán los recursos (cabe anotar que la administración recae en PROCOMER):

- a. El Instituto de Desarrollo Rural, la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica, la Promotora Costarricense de Innovación e Investigación y el Instituto Nacional de Aprendizaje destinarán el 3,5% de su presupuesto anual al Fondo vía transferencia presupuestaria.
- b. La emisión de bonos verdes conforme a la Ley para potenciar el financiamiento y la inversión para el desarrollo sostenible, mediante el uso de valores de oferta pública temáticos, N.º 10051, del 14 de octubre del 2021 y leyes conexas del mercado de valores.
- c. Fondos de cooperación internacional, convenios y donaciones con entes públicos y privados nacionales e internacionales.

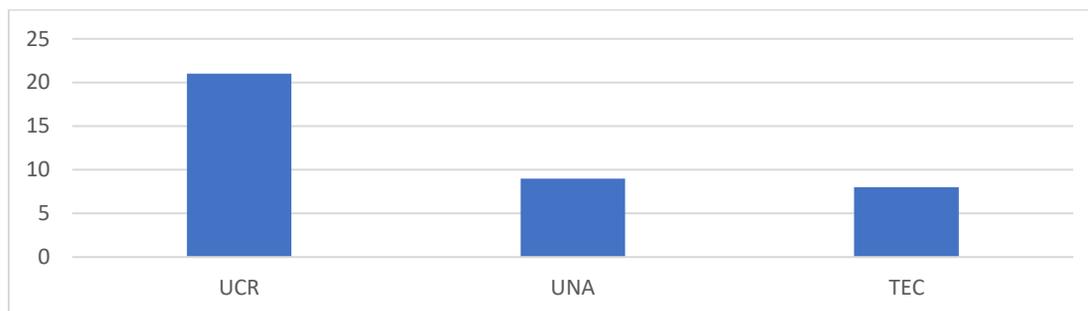
- d. Las instituciones del Sector Público quedan autorizadas para que incluyan en sus presupuestos aportes a este Fondo, además del presupuesto específico que destinen a ciencia y tecnología.
- e. Los recursos que anualmente puedan designarse mediante la ley de presupuesto general de la República.
- f. Los ingresos por legados, herencias o donaciones.

Para Frutos-Ibor *et al.*, 2020, uno de los principales retos que tienen las iniciativas que implican sostenibilidad –o un cambio de paradigma de producción, como lo es la bioeconomía–, es que necesitan de un brazo económico que les incentive. Es decir, de política pública de índole comercial que tenga como finalidad impulsar, regular y financiar este tipo de actividades que derivan de la sostenibilidad y estimulan el mercado. En este caso, eso lo cubre el artículo 11 de la propuesta legislativa.

Según Vega (2023), una política pública eficiente no es la que se publica, sino la que se ejecuta. Por eso, además de lo propuesto en el expediente N.º 23.868, el MICITT trabaja en los planes de acción para brindar una puesta en práctica a la Estrategia emitida durante la administración Alvarado Quesada. La suma de estas actividades muestra cuál ha sido el avance de la bioeconomía en Costa Rica. Por ejemplo, diferentes instituciones han reconocido la importancia de la temática en el país al crear y proponer normativas para su regulación. Mientras tanto, la preocupación ambiental y la oportunidad de integrarse a mercados internacionales han ofrecido el interés por el desarrollo de negocios proveniente de la materia. Asimismo, se denota un amplio esfuerzo por identificar a los actores involucrados, sus campos de acción y responsabilidades para el desarrollo efectivo de la normativa.

Ahora bien, es importante destacar, tal y como lo menciona Carballo (2022, comunicado personal) la bioeconomía en Costa Rica ha estado presente desde el siglo XX en los centros de investigación de educación superior por medio de proyectos de investigación básicos y aplicados en temas de biopolímeros o biorrefinerías. Así, mediante revisión documental se comprueba que en dichos centros se han generado trabajos finales de graduación desde 1981 sobre contenidos de bioeconomía, biocombustibles y biopolímeros, como lo muestra el Gráfico 5.

Gráfico 5. Cantidad de trabajos finales de graduación en la educación superior desde 1981 hasta la actualidad



Fuente: OPAC UNA (2023); SIBDI (2023) y SIBITEC (2023).

La UCR destaca como la universidad con más publicaciones en el área, con participación de escuelas como Economía Agrícola, Zootecnia, Computación e Informática, Convenios UCR-CATIE, Agroalimentarias, Odontología e Ingeniería Química. Seguidamente, la UNA alberga el Instituto Centroamericano de Administración Pública, Ciencias Agrarias, Veterinaria, Centro Agroambiental Tropical de Investigación y Enseñanza, Economía, Biológicas, y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Finalmente, el TEC cuenta con la Escuela de Agronomía, Ingeniería Forestal, Biología, Computación, Química e Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental¹⁹.

De forma particular, la Universidad Nacional creó el Programa UNA-Bioeconomía con vigencia del 1^o de julio del 2021 al 31 de julio de 2025. El propósito del programa es “articular los esfuerzos académicos en investigación, docencia y extensión para brindar respuesta a los problemas del desarrollo nacional mediante iniciativas científico-técnicas en el área de bioeconomía” (UNA, 2023) y sus objetivos son (§4):

1. Generar espacios de difusión de conocimientos y proyectos universitarios, tales como seminarios internacionales y encuentros *in situ* en las regiones del país.
2. Diseñar cursos para estudiantes y personas académicas con aplicaciones reales y proyectos con metodologías novedosas.
3. Generar sinergias con sector productivo-academia para la promoción del quehacer académico, por ejemplo, a través de encuentros de innovación abierta y proyectos en Alianza público-privada.
4. Captar recursos en innovación y transferencia tecnológica.

¹⁹ La Universidad Técnica Nacional no obtuvo registro de publicaciones relacionadas.

Carballo (2023, comunicado personal) subraya que este programa tiene como objetivo reconocer los esfuerzos notables llevados a cabo por la UNA en el ámbito de las ciencias biológicas, donde se han integrado procesos innovadores que, en un principio, no fueron considerados directamente como parte de la bioeconomía, sino hasta que el término fue introducido y difundido en la región. Aunado a ello, además de informar a la sociedad de civil sobre la bioeconomía, es necesario involucrar a las demás áreas de la universidad. En Costa Rica, la UNA es la única Universidad con un programa dedicado a la bioeconomía, el cual se ha dedicado a realizar actividades sobre la materia (Carballo, 2023, comunicado personal).

Ahora, desde la sociedad civil existe la agrupación CR Biomed (2023, §3), la cual tiene como visión “insertar a Costa Rica en las cadenas globales de valor de la biotecnología, los dispositivos médicos y las ciencias de la vida en general”. Esta agrupación está formada por emprendedores, científicos, profesionales, miembros de la academia y representantes del sector público y privado. Actualmente, se encuentran: *Speratum Biopharma Inc*; *Tristan Grupo*; *BioBest*; *Morpho Biotech*; *Lanotech*; *Market Plaza*; *PBW Biológica*; *Rokbit*; *Carao Ventures*, *Establishment Labs*; *Florex*; *Regenesis Labs*; *Deep Science Ventures*; *Arias*; Centro de Investigaciones Biomédicas ACIB – FUNIN; CINDE; UNA; UREK; Clínica Bíblica; y *Singularity Group*.

A su vez, hay otras instituciones tanto nacionales como internacionales con altos intereses en los sectores de la bioeconomía en el país. Esto se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Actores de la bioeconomía en Costa Rica

Institución	Descripción	Interés
CRUSA	La fundación CRUSA es una organización costarricense sin fines de lucro que se encarga de la gestión de la cooperación norteamericana.	Dentro de sus líneas estratégicas se encuentra promover el desarrollo sostenible en el país.
Deep Science Venture	Creador de empresas de riesgo que combina el conocimiento científico disponible con emprendimiento con la facilidad de crear empresas de impacto. Opera en cuatro sectores: Farmacéutico, Clima, Agricultura y Computación.	Creación de la iniciativa de Agricultura Tropical y Bioeconomía, un programa nacional para crear empresas emergentes de alta tecnología y escalables.

IICA Costa Rica	Oficia del IICA en Costa Rica.	Dentro del plan de mediano plazo del IICA se encuentra fortalecer la bioeconomía.
MICITT	Es el ministerio del rector de política pública de ciencia, tecnología y telecomunicaciones del país y creador de la estrategia de bioeconomía.	Operativizar la estrategia formulada en la temática.
INA	Institución de autónoma de aprendizaje para carreras técnicas.	Facilitar cursos en bioeconomía en conjunto con el MICITT.
Promotora de innovación	La Promotora es el antiguo CONICYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología)	Brazo ejecutor que debe tener el Ministerio en la temática de bioeconomía.
Kirshner Impact Foundation	Institución educativa que propone aprender haciendo. Selecciona a una cohorte por país para brindarle la oportunidad de realizar una inversión de impacto.	En Costa Rica, la temática estuvo centrada en bioeconomía.
BIOFIN	Finanzas para la biodiversidad.	Tiene dentro de sus líneas de acciones movilizar finanzas en temas de biodiversidad.

Fuente: Elaboración propia.

La suma de estos actores evidencia que en Costa Rica hay tanto instituciones nacionales como internacionales respaldando la temática. No obstante, se destaca la ausencia de una institución nacional dedicada exclusivamente a la bioeconomía. Esto resulta en la existencia de disparidades en las oportunidades de financiamiento y tratamiento en esta temática. Por ejemplo, los negocios relacionados con la bioeconomía, en comparación con los tradicionales, presentan diferencias notables, como una mayor necesidad de fondos semilla en las etapas iniciales, junto con un periodo de validación más prolongado antes de alcanzar la viabilidad mínima del producto.

Además, según información proporcionada por Comex (2024, comunicado personal) y Chavarría (2023, comunicado personal), se destaca que, hasta la fecha, Costa Rica no ha implementado ninguna política comercial específica para fomentar el comercio de la bioeconomía en el país. También, se señala que tampoco se han establecido elementos relacionados con la

economía circular. No obstante, las acciones emprendidas en esta temática están orientadas principalmente a cumplir con los requisitos establecidos por la Unión Europea y poder entrar a su mercado.

Ahora bien, es preciso mencionar que, en Costa Rica, existe dos tipos de bioeconomías: la tradicional, que utiliza insumos biológicos para la creación de bioproductos, biomateriales o bioservicios de bajo valor agregado y la *high tech*, que utiliza insumos biológicos con intervención de altos procesos tecnológicos para obtener valor agregado en sus resultados. Esto se muestra en la Tabla 9 a continuación.

Tabla 9. Tipología de desarrollos bioeconómicos en Costa Rica

Tipología de desarrollos de bioeconomía en Costa Rica		
	Tradicional	<i>High Tech</i>
Definición	Utiliza insumos biológicos para la creación de bioproductos, biomateriales o bioservicios de bajo valor agregado.	Utiliza insumos biológicos con intervención de altos procesos tecnológicos para obtener resultados con valor agregado.
Ejemplo	Utilización de bosorolas de café para la creación de fertilizantes. Utilización de heces de gallinas, en conjunto con otros elementos que pueden ser plumas, desechos de alimentos, bagacillo de caña, como fertilizante para la granja.	Extractos de plantas endémicas del país para la creación de <i>skincare</i> comercializado en mercados angloparlantes y asiáticos. Bolsas solubles en agua y biodegradables, fabricadas con macromoléculas completamente naturales, como almidón, aceites vegetales y fécula de maíz.

Fuente: Elaboración propia.

Esta tipología concuerda con lo indicado por Trelles (2023, comunicado personal) y Carola (2023, comunicado personal), quienes indican que en Costa Rica se encuentran dos tipos de negocios de la bioeconomía. Por un lado, aquellos considerados tradicionales, donde sobresale proyectos agroindustriales donde la materia prima son las frutas, café, piña, etc. Por otro lado, los negocios de base tecnológica, los cuales implican análisis, procesos y desarrollos en laboratorios de las biomasas. Esto último no solo implica altos proceso de innovación, sino también costos

elevados en la producción que, en cierta medida, se ven compensados por los precios de los productos. Sin embargo, estos altos costos o incluso la dificultad para acceder a los laboratorios implican un filtro para el desarrollo de esta bioeconomía el país.

Por otro lado, la temática en biocombustibles fue desarrollada en Costa Rica a finales del siglo XX, sin embargo, su desarrollo fue corto por limitaciones técnicas como de infraestructura, en 2005 se realizó una prueba piloto sobre biocombustibles y en 2008 se creó el Programa Nacional de Biocombustibles (RECOPE, 2023). En años siguientes, indica el autor supracitado, se desarrollaron tanto legislaciones como estudios en la temática y la administración Alvarado-Quesada retomó la puesta en práctica del uso bioetanol, pero no contó con lobby suficiente para su respectiva implementación. No obstante, la administración Chaves Robles retomó el tema incorporándolo al Plan Nacional de Desarrollo en Inversión Pública 2023-2026 y al Plan Nacional de Energía indicando que en la actualidad se está utilizando un 0% pero en el 2026 la meta será un 8%. (MIDEPLAN, 2022). En ese mismo sentido MINAE ha solicitado a la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE) trabajar tanto en sus habilidades técnicas como de infraestructura para cumplir la meta del 2026 (Torroba y Orozco, 2023).

Según, RECOPE (2023) desde el 2022 se trabaja en replantear el proyecto de bioetanol, por ello se están incorporando las lecciones aprendidas de las administraciones anteriores y a su vez, se ha sumado acciones cooperación técnica con organizaciones internacionales como *U.S. Grains Council* y el IICA con la finalidad de conocer casos de éxito que puedan ser replicables en Costa Rica y promover la educación en la materia (U.S Grains Council, 2023).

Considerando el panorama general de la bioeconomía en Costa Rica, es importante señalar que la creación de un fondo, como el propuesto en el proyecto de ley expediente N.º 23.868, podría facilitar la promoción de la bioeconomía. Interesa acotar que los participantes involucrados en la implementación de esta política no incluyen a la mayoría de las entidades que ya cuentan con experiencia en el ámbito de la bioeconomía (Tabla 8). No obstante, hasta el momento no se han implementado políticas comerciales para impulsar la comercialización de estos productos tanto a nivel nacional como internacional y no se encuentra data disponible por parte de las autoridades nacionales para medir el impacto de la bioeconomía desde una óptica ambiental ni económica.

Capítulo V. Impacto de la bioeconomía en la crisis climática

La emergencia climática es una carrera que estamos perdiendo, pero es una carrera que podemos ganar. La crisis climática está causada por nosotros y las soluciones deben venir de nosotros. Tenemos las herramientas: la tecnología está de nuestro lado.

(Antonio Guterres, 2019)

Con el fin de valorar si la implementación del paradigma bioeconómico ha tenido algún efecto en materia de mitigación o adaptación en temas climáticos, se revisa el *Climate Action Tracker* (CAT). Este evalúa los compromisos y políticas de mitigación de los países tanto en relación con el Acuerdo de París como con su descarbonización a nivel nacional. El CAT utiliza una metodología de evaluación de ‘Reparto de Esfuerzos’, que aplica la literatura científica más avanzada sobre cómo comparar la equidad de los esfuerzos gubernamentales y las propuestas de Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC)²⁰ con el nivel y la temporalidad de las reducciones de emisiones coherentes con el Acuerdo de París (CAT, 2020).

De esa manera, se espera conocer si existe alguna correlación entre la bioeconomía y los compromisos ambientales establecidos por los países, específicamente en términos de MtCO_{2e} (megatoneladas de dióxido de carbono equivalente). Cada país estableció una serie de compromisos. Estos se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. NDC de Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, EE. UU. y UE para el 2030

País	Argentina	Brasil	Colombia	Costa Rica	EE. UU.	UE
Objetivo NDC	359 MtCO _{2e} en 2030	1,200 MtCO _{2e} en 2030	169,4 MtCO _{2e} para 2030	9,11 MtCO _{2e} para el 2030	3,728 para el 2030	2,423 para el 2030
Emisiones de MtCO _{2e} en 2030	350 MtCO _{2e}	1,170 MtCO _{2e}	210 MtCO _{2e}	15 MtCO _{2e}	5,900 MtCO _{2e}	3,400 MtCO _{2e}
Crecimiento/ Decrecimiento	0,3%	0.4%	2,4%	1,4%	0,9%	-1,5%

²⁰ Significa que cada nación tiene la flexibilidad de establecer sus propias metas en función de sus circunstancias, capacidades y objetivos nacionales.

anual						
-------	--	--	--	--	--	--

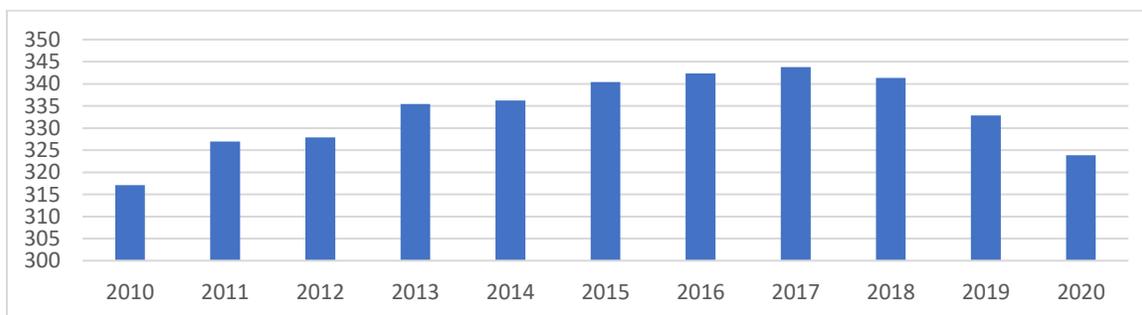
Fuente: elaboración propia a partir de los datos del TAC (2020).

Nota: Las emisiones de MtCO_{2e} en 2030 se calcularon mediante un análisis de tendencia lineal²¹, determinando el crecimiento o decrecimiento anual a través de la obtención de una ecuación simple que se refleja dicha tendencia.

En términos generales, todos los países, con excepción de la UE, muestran un crecimiento en el aumento de las emisiones de MtCO_{2e}. Sin embargo, solo Argentina y Brasil podrían cumplir con el objetivo de acuerdo con la tendencia de emisiones generadas del 2010 al 2020, prospectadas para el 2030. Si bien estos países tienen una larga trayectoria en biocombustibles, no se puede establecer una correlación directa. Por otro lado, Colombia, Costa Rica, EE. UU. y la UE deberán gestionar esfuerzos drásticos para disminuir sus emisiones de acuerdo con el NDC que indicaron. Ahora bien, se analiza de forma específica el comportamiento de las MtCO_{2e}, el PIB *per cápita* y el desarrollo de la bioeconomía en cada uno de los países.

En ese sentido, aunque Argentina realiza el Programa Fomento de la Bioeconomía en 2017, se evalúan las emisiones de MtCO_{2e} históricas en el periodo correspondiente con la finalidad de ver si hubo algún cambio posterior a su incorporación (Gráfico 6). Cabe destacar que Argentina, anterior a esa fecha, ya había incorporado acciones en biocombustibles.

Gráfico 6. Emisiones históricas de MtCO_{2e} en Argentina



Fuente: Elaboración propia con base en el CAT (2020).

Pese a que se nota un decrecimiento de las emisiones de MtCO_{2e} desde el 2017 al 2020, el CAT (2020) indica que las acciones de Argentina en relación con su NDC son, en general, insuficientes. Esto se debe a que carece de acciones concretas para su implementación. De modo

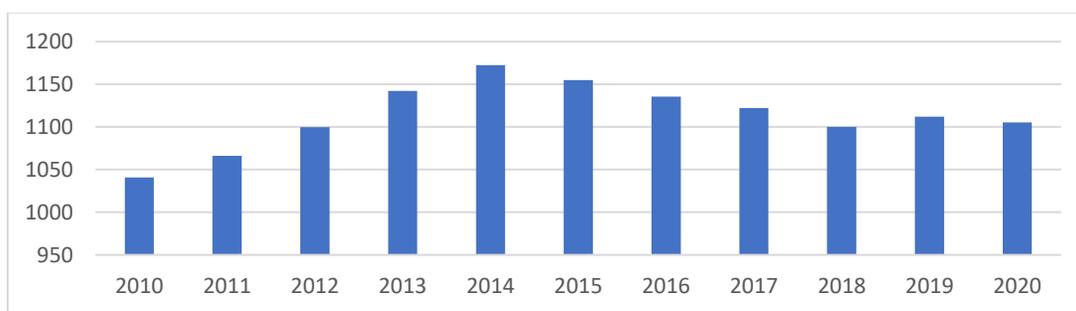
²¹ La construcción del análisis de tendencia lineal es explicada en la sección metodológica.

contrario, aumentó la producción de petróleo, superó los récords de años pasados y, además, comenzó su exploración marina frente a la costa de Buenos Aires. Además, cabe destacar que el autor supracitado indica que los sectores energía, agricultura y ganadería carecen de líneas de acción, ambiciones y planes de acción claros, lo que da como resultado que su clasificación sea críticamente insuficiente.

Se vislumbra que las MtCO_{2e} disminuyeron, pese a que su PIB *per cápita* pasó de 11,543 dólares para el 2010 a 20,797,7 dólares para el 2020, y que finalizó este último año con 45,38 millones de personas (Banco Mundial, 2021, 2022). Esto podría sugerir mayores ingresos disponibles para la población. Según Ramírez (2017), es natural que esto se encuentre correlacionado con mayores niveles de producción industrial en los Estados, por lo cual se podría inferir que la implementación de la bioeconomía en sus diferentes sectores ha permitido amortiguar la emisiones de MtCO_{2e}.

Mientras tanto, Brasil, contó con una densidad poblacional de 213,2 millones para el 2020 (Banco Mundial, 2022), pero su PIB *per cápita* no sufrió mayor diferencia en estos años, ya que obtuvo 14,254 dólares al 2010 y 14,900 al 2020 (Banco Mundial, 2021). De forma similar sucedió con las emisiones de MtCO_{2e}, las cuales, en 10 años, aumentaron solo en 64 MtCO₂, como lo muestra el Gráfico 7. Además, se nota un punto creciente hasta el 2014, con muestras de un decrecimiento inconstante al 2020. En ese sentido, el programa de bioeconomía fue lanzado en el 2018, pero no se muestra una coincidencia con las reducciones *per se*.

Gráfico 7. Emisiones históricas de MtCO_{2e} en Brasil



Fuente: Elaboración propia con base en el CAT (2020).

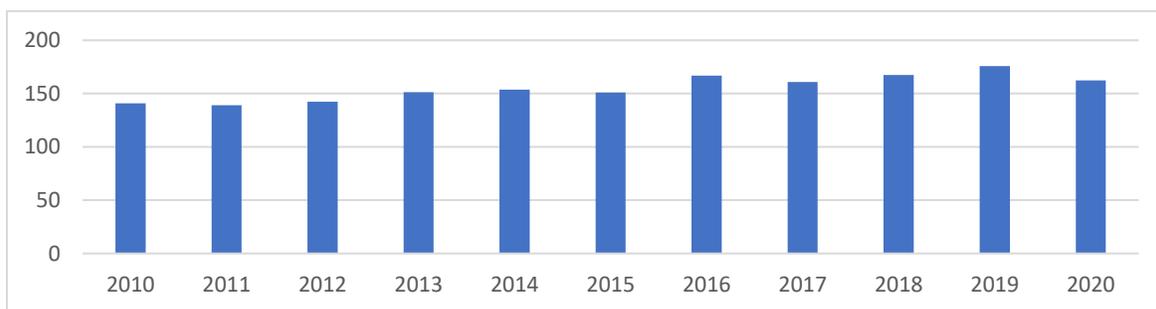
El CAT (2020, §2) indica que las acciones de Brasil en relación con su NDC son casi suficientes, mientras que sus políticas y planes de acción son altamente insuficientes. Esto le brinda una clasificación general insuficiente, ya que la inversión en “la exploración y producción de combustibles fósiles podría alcanzar más de 500 mil millones de dólares. Además, la deforestación

aumentó y se espera que continúe aumentando en los próximos años debido a la minería ilegal y la ganadería”.

En Colombia, la situación con respecto los NDC refleja similitudes con respecto a Brasil, es decir, resulta casi suficiente su objetivo de NDC, mientras que la evaluación de sus políticas y planes de acción en la temática se considera insuficiente. De acuerdo con el CAT (2020), esto se debe en parte a la dependencia continua del carbón, la cual representó aproximadamente el 13% de las exportaciones colombianas en 2020. Efectivamente, las emisiones históricas de MtCO_{2e} de Colombia han experimentado variaciones marcadas por periodos de aumento y disminución, como lo muestra el Gráfico 8.

En ese sentido, la estrategia de bioeconomía del 2015 no muestra mayor injerencia en su comportamiento. De hecho, se observa un crecimiento de MtCO_{2e} del 2010 al 2020, y culmina este año con un incremento de más de 21 MtCO₂ al 2010. Simultáneamente, el PIB *per cápita* aumentó: pasó de 10,830 dólares en 2010 a 15,103 dólares en 2020, con una población de 50.93 millones de personas para este último año (Banco Mundial, 2021, 2022).

Gráfico 8. Emisiones históricas de MtCO_{2e} en Colombia

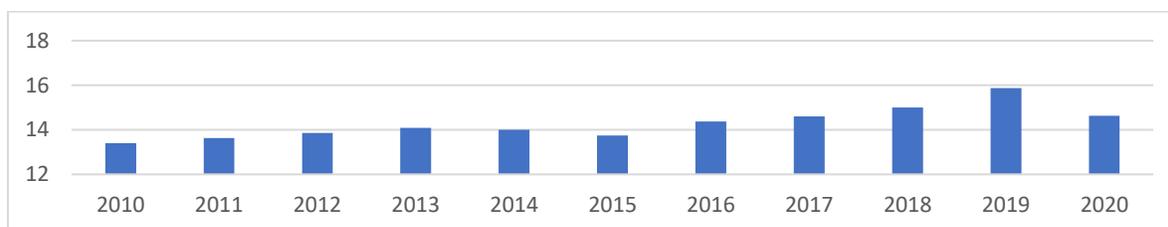


Fuente: Elaboración propia con base en el CAT (2020).

Por otro lado, la situación en Costa Rica muestra una variación en comparación a los demás Estados. De acuerdo con el CAT (2020), su calificación general es casi suficiente, lo que indica que tanto la calificación de sus políticas y planes de acciones como de su objetivo de NDC es compatible a 1,5°C. Mientras tanto, sus MtCO_{2e} han mostrado un crecimiento interrumpido en el año 2015 y 2020. Sin embargo, su momento más alto fue 2019 con 16 MtCO_{2e}, como lo muestra el Gráfico 9. No obstante, estas son las emisiones más bajas registradas hasta el momento en los países revisados. Al igual que en Colombia, la implementación de la bioeconomía no muestra un cambio sustancial en el comportamiento de las emisiones. En relación con su PIB *per cápita*,

alcanzó los 12,740 dólares en 2010, y aumentó significativamente a 21,693 dólares en el año 2020, con una densidad poblacional de 5,123 millones (Banco Mundial, 2021, 2022).

Gráfico 9. Emisiones históricas de MtCO_{2e} en Costa Rica



Fuente: Elaboración propia con base en el CAT (2020).

Ahora bien, según el TAC (2020), la UE cuenta con una calificación general de insuficiente. Específicamente, sus políticas y acciones están calificadas como casi suficientes y el objetivo de NDC como insuficiente. Sin embargo, sus emisiones de MtCO_{2e} muestran que ha tenido tendencias a la baja y con pequeños aumentos del 2015 al 2017. Además, existe una diferencia entre el 2010 y el 2020, año más bajo, con 3298 MtCO_{2e}, tal y como lo muestra el Gráfico 10. Efectivamente, este elemento también puede darse debido a la pandemia provocada por el COVID-19. Aunque la normativa en bioeconomía se realiza en el 2012 y se actualiza en el 2018, desde el 2011 se ve una disminución de las emisiones.

Gráfico 10. Emisiones históricas de MtCO_{2e} en la Unión Europea

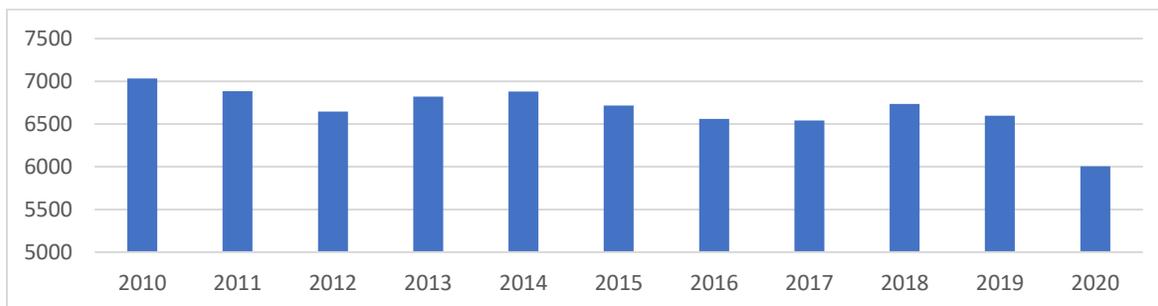


Fuente: Elaboración propia con base en el CAT (2020).

Ahora, el PIB *per cápita* de la UE es de 32,866 en 2010 y aumentó a 45,934 en 2020, con un total de 447 millones de habitantes para este último año (Banco Mundial, 2021, 2022). Así, pese a este alto incremento se demuestra que la UE ha realizado esfuerzos para disminuir sus emisiones de MtCO_{2e}. Sin embargo, según el CAT (2020), esto no es suficiente para alcanzar los compromisos globales acordados en el Acuerdo de París, sumado a la continua inversión en las inversiones en nueva infraestructura de combustibles fósiles. Especialmente en terminales de GNL y gasoductos, socavan sus esfuerzos de descarbonización. En EE. UU. la situación varía un tanto con respecto de la de la UE, pues su calificación general, políticas, planes de acción y objetivo de

NDC son insuficientes. Sus emisiones de MtCO_{2e} muestran un decrecimiento del 7034 a 6005 Mt del 2010 al 2020, como lo indica el Gráfico 11. De continuar así, no podrá alcanzar los 1.5°C. Para ello, debe disminuir su dependencia de orígenes fósiles.

Gráfico 11. Emisiones históricas de MtCO_{2e} en la Estados Unidos



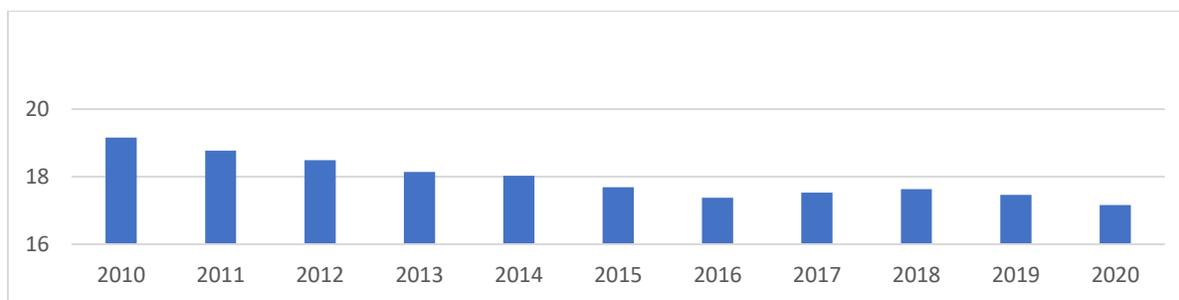
Fuente: Elaboración propia con base en el CAT (2020).

El PIB *per cápita* aumentó de 48,650 dólares a 63,528 dólares del 2010 al 2020, año con una densidad poblacional de 329,5 millones (Banco Mundial, 2021, 2022), lo que muestra que el dinamismo en la economía aumentó y disminuyó sus MtCO_{2e}. Cabe destacar que el 2012 Estados Unidos emitió su política en bioeconomía; sin embargo, no es posible determinar si hubo injerencia.

Ahora bien, aquellos países donde existe mayor densidad poblacional no solo cuentan con un PIB más alto, sino también con emisiones de MtCO_{2e} más altas. Sin embargo, no ha sido posible conocer el impacto de la bioeconomía en sus países, en la medida en que esta iniciativa no ha sido reportada ante el CAT como forma de incidencia para mitigar o adaptar el cambio climático. No obstante, es posible conocer su impacto si los Estados lo han reportado, ante lo cual cabe destacar que varios de ellos desarrollaban actividades bioeconómicas sin haberle asignado ese nombre.

De forma única y específica en el periodo de tiempo estudiado, la UE reporta cuantificadamente el impacto de la bioeconomía, no en términos ambientales, sino económicos. En ese sentido, informa sobre la generación de empleo en el ámbito de la bioeconomía, con cifras que oscilan entre 19 y 17 millones de empleos durante el periodo comprendido entre 2010 y 2020, como se ilustra en el Gráfico 12. Durante este lapso, se observa una disminución entre el 2010 y el 2016, seguida de un aumento de 2016 a 2018, para luego descender nuevamente hasta 2020. Sin embargo, según el análisis de políticas comerciales (OMC, 2019), la tasa de desempleo disminuyó en un 3.4% durante el periodo 2010-2020, con un 6.2% en este último año.

Gráfico 12. Empleos de la bioeconomía (en millones) de la UE



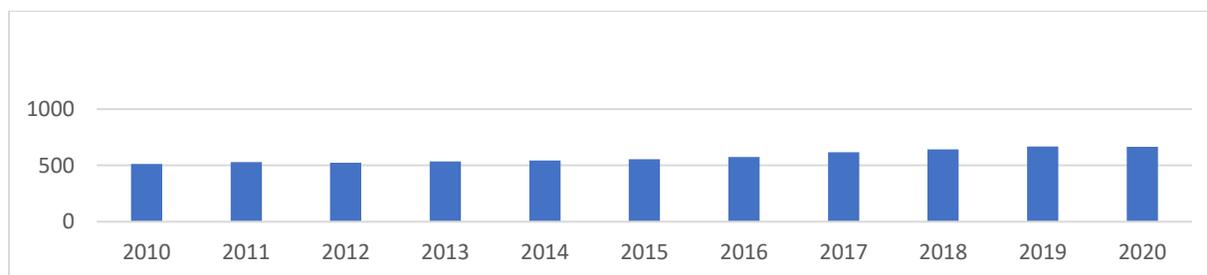
Fuente: Elaboración propia con base en Lasarte-López *et al.*, 2023

En este contexto, la considerable disminución en el empleo relacionado con la bioeconomía se atribuye en gran medida a un escenario regional más amplio, donde diversos sectores se vieron afectados. De acuerdo con la OMC (2019), en 2019, factores como la recesión en el sector manufacturero, el aumento de tensiones comerciales y la salida del Reino Unido de la UE en 2020 fueron elementos clave que influyeron en esta situación.

Específicamente, el mercado de bioproductos y biocombustibles, además de generar empleo, representa aproximadamente 57 mil millones de euros en ingresos anuales y ha experimentado una tasa de crecimiento del 17.5% desde 2015 hasta 2020. (Lasarte-López *et al.* 2023). Aunque los bioproductos pueden obtenerse de materiales biológicos diversos, los biocombustibles dependen en gran medida de materias primas como la caña de azúcar y la soja. Durante el período analizado, la agricultura de la UE fue subvencionada como una estrategia para fortalecer el sector y la sostenibilidad alimentaria. Eso implicó que los precios de este mercado pasaran de 16.000 en 2016 a casi 20.000 millones de euros en el 2020 (OMC, 2019). Además, la bioeconomía ofrece la posibilidad de impulsar la creación de bioemprendimientos.

En este contexto, la UE ha promovido, de acuerdo con la normativa Comisión Europea (2018), la atracción de inversiones para esta temática, elemento que, sumado a la estrategia regional continua en inversión, la ha consolidado como el principal origen y destino de inversión, a pesar de la tendencia global y en medio de la incertidumbre generada por la política fiscal de EE. UU., que llevó a la repatriación de sus multinacionales, según indica la OMC (2019). Ciertamente, la creación de empleo y la integración de la bioeconomía como un componente del desarrollo de su modelo económico no solo propiciaron un valor añadido al PIB, sino que la bioeconomía contribuyó al PIB con 664 mil millones a la UE en 2020. Por esto, el Gráfico 13 muestra una tendencia a la alza en el periodo comprendido.

Gráfico 13. Aporte de la bioeconomía al PIB del 2010 al 2020 en la UE

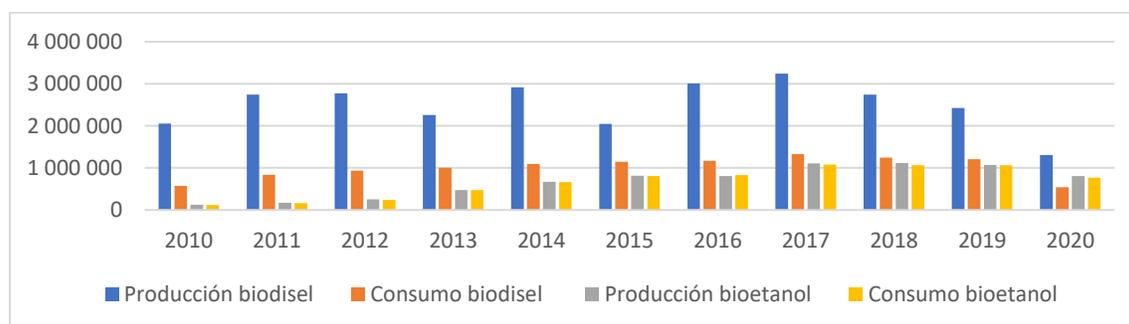


Fuente: Elaboración propia con base en Lasarte-López *et al.* 2023

Este fenómeno se explica por el hecho de que los productos de la UE alcanzaron niveles más elevados de sofisticación, lo que les permitió agregar un mayor valor económico en diversos sectores de la industria europea, como se ve en el gráfico anterior. No obstante, es importante señalar que se observa un impacto significativo en dos industrias particulares: agricultura y alimentos, bebidas y tabaco (Lasarte-López *et al.*, 2023). Cabe destacar que el primero cuenta con una salvaguardia y el segundo con el establecimiento de contingente de origen (OMC, 2019). En cuanto a los demás países, no ha sido posible obtener información de forma tan detallada, pues no han establecido metodologías para la medición de la bioeconomía en cada uno de los años del periodo comprendido. Sin embargo, la producción y consumo de los biocombustibles sí pudo establecerse.

El Gráfico 14, que corresponde a Argentina, muestra la alta producción de biocombustibles, donde la principal materia prima del bioetanol es la caña de azúcar. Posteriormente, en el 2012, se incorporan de forma gradual el maíz. Mientras tanto, el biodiesel es fabricado al 100% de aceite de soja (Torroba *et al.*, 2023).

Gráfico 14. Producción de biocombustibles en m³ en Argentina

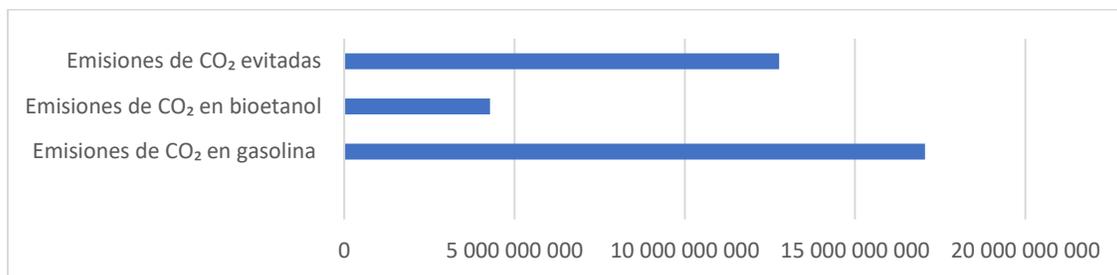


Fuente: Torroba *et al.*, 2022.

El consumo total de bioetanol entre 2010 y 2020 alcanzó aproximadamente 35 mil millones de litros (Gráfico 14), lo que representa solo una producción de más de 4 mil millones kg de CO₂.

Mientras tanto, esa misma cantidad en gasolina hubiese representado más de 17 mil millones kg de CO₂.

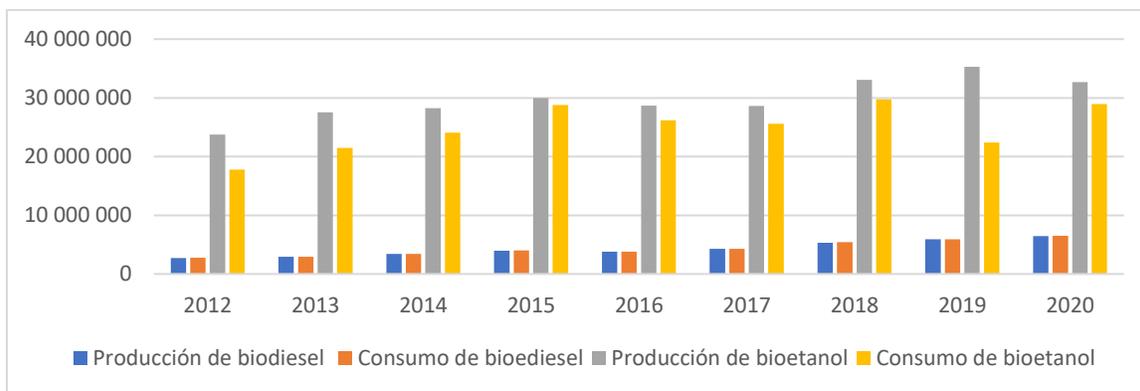
Gráfico 15. Emisiones evitadas de CO₂ por consumo de bioetanol en Argentina de 2010 a 2020



Fuente: Elaboración propia.

La producción de biocombustibles en Brasil es una de las producciones más robustas, como se muestra en el Gráfico 16, ya que fue el primer país latinoamericano en producirlo. El bioetanol es producido principalmente por la caña de azúcar, con un poco de incorporación del maíz. Mientras tanto, la producción de biodiesel se realiza del aceite de soja, con una incorporación de grasa animal y, en menor medida, otros aceites vegetales (Torroba *et al.*, 2023)

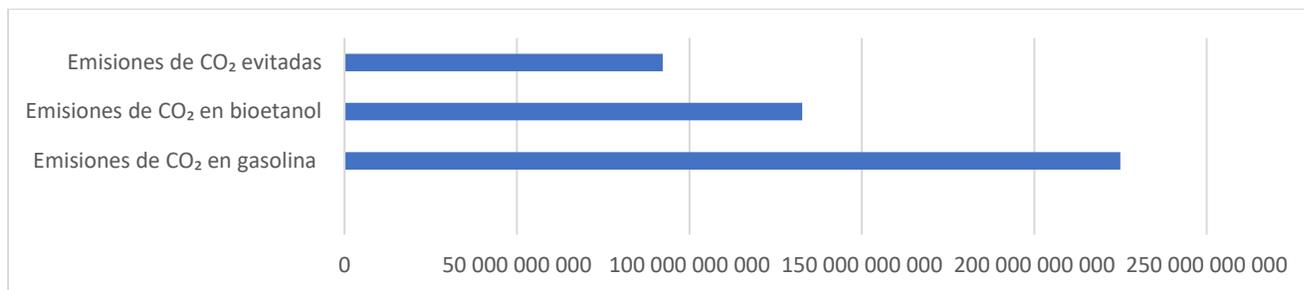
Gráfico 16. Producción de biocombustibles en m³ en Brasil



Fuente: Torroba *et al.*, 2022.

El consumo de bioetanol en el periodo de estudio fue mayor a 224 mil millones de litros, lo que representa una emisión de 132 mil millones kg de CO₂. Esto evita más de 92 mil millones kg de CO₂ que hubiesen estado presentes si se hubiese producido gasolina, tal como lo muestra el Gráfico 17.

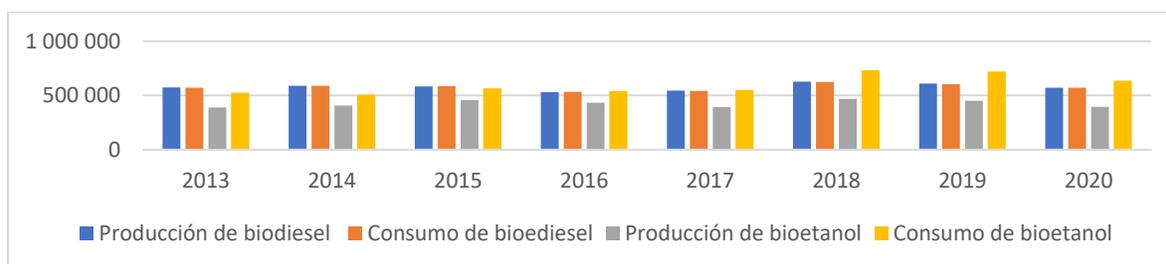
Gráfico 17. Emisiones evitadas de CO₂ por consumo de bioetanol en Brasil de 2010 a 2020



Fuente: Elaboración propia.

La producción de biocombustibles en Colombia muestra un aumento a partir del 2018, lo cual coincide con la publicación de la política de crecimiento de verde (Gráfico 18). En cuanto al biodiesel, su materia prima es el aceite de palma. A este se ha incorporado, desde el 2015, aceite usado de cocina en un 4% o 6%. Mientras tanto, el bioetanol se realiza al 100% con caña de azúcar (Torroba *et al.*, 2023).

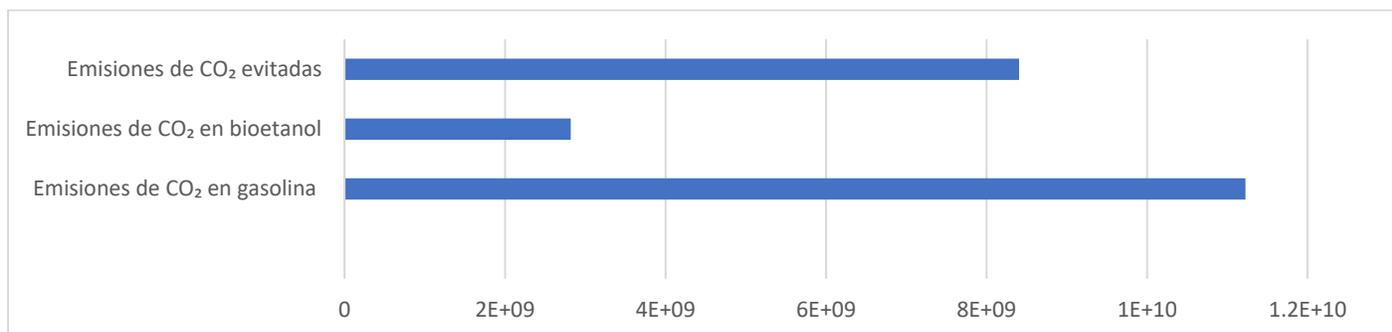
Gráfico 18. Producción de biocombustibles en m³ en Colombia



Fuente: Torroba *et al.*, 2022.

El consumo total de bioetanol superó los 4 mil millones de litros, lo que permitió retener aproximadamente 8 mil millones kg de CO₂. De haberse utilizado gasolina convencional, estas emisiones habrían sido liberadas en la atmósfera (Gráfico 19).

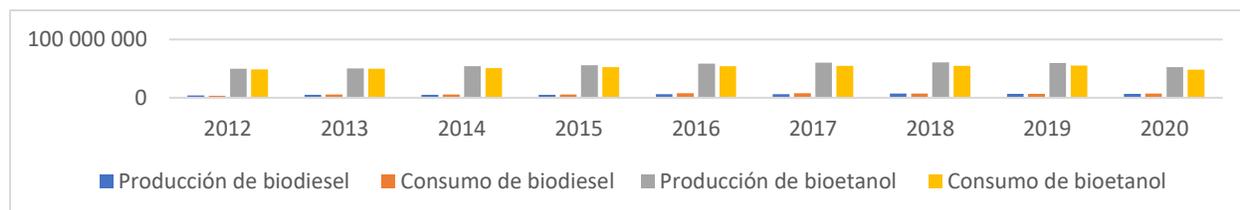
Gráfico 19. Emisiones evitadas de CO₂ por consumo de bioetanol en Colombia de 2010 a 2020



Fuente: Elaboración propia.

La producción de biocombustibles en EE. UU. es la mayor de los países explorados en la temática²² (Gráfico 20). Para el biodiesel, su materia prima es el aceite soja, aunque también se utiliza aceite de maíz, canola, grasa animal, blanca, camarilla, desechos avícolas, etc. Mientras tanto el bioetanol se realiza con maíz y una pequeña porción del sorgo. (Torroba, *et al.* 2023)

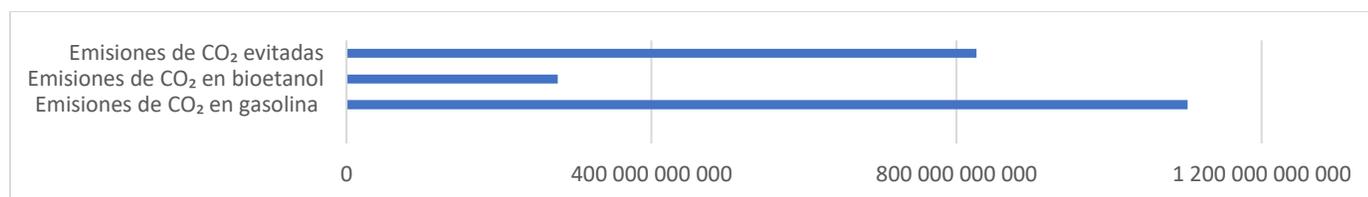
Gráfico 20. Producción de biocombustibles en m³ en EE. UU.



Fuente: Torroba *et al.*, 2022.

El consumo de bioetanol del 2012 al 2020 fue mayor a 400 mil millones de litros, con 276 mil millones kg de CO₂, las cuales, en gasolina, se hubiesen visto representadas como 1.102 billones de kg de CO₂ (Gráfico 21). Cabe destacar que la información obtenida en el 2012 concuerda con la publicación del Plan Nación de Bioeconomía de Estados Unidos.

Gráfico 21. Emisiones evitadas de CO₂ por consumo de bioetanol en EE.UU de 2010 a 2020



Fuente: Elaboración propia.

La información relativa a biocombustibles líquidos aún no encuentra disponible para Costa Rica, pese a estar trabajando en la normativa la mezcla aún no es obligatoria. En este momento se está creando los entornos habilitantes para su uso, gracias a que el Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública 2023-2026 brinda las bases del proyecto de gasolina con etanol, sin embargo, el “objetivo es comenzar en 2024 hasta alcanzar gradualmente un 8% en el 2026” (viceministro costarricense de Energía, Ronny Rodríguez, citado por SWI swissinfo.ch – unidad empresarial de la sociedad suiza, §7). Según RECOPE (2023) si este proyecto se hubiese desarrollado del 2013 al 2021 se hubiesen reducido de 72.900 a 128.000 toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (TMC_{CO₂e}), dependiendo de la materia prima utilizada (maíz o caña de azúcar), demostrando así el potencial que tiene para el Estado costarricense.

²² Debido a que en la UE no se encuentra esta información disponible de la misma fuente.

Capítulo VI. Conclusiones

En cuanto al **primer objetivo** (identificar la crisis climática como amenaza a la seguridad y su incidencia en las políticas comerciales), este se logró a cabalidad y se descubrió una alta afectación a las políticas. Entre los principales hallazgos se encontró que la conceptualización de amenazas se ha desarrollado de forma tradicional, especialmente en el ámbito de la seguridad internacional. En este sector se destaca la necesidad de reconocer la emergente amenaza climática, propuesta como de quinta generación, ya que plantea un desafío único al afectar a toda la humanidad, independientemente de su estatus económico, en áreas vitales como la salud, seguridad alimentaria y energética. A diferencia de las amenazas previas, sus consecuencias son graduales, pero no menos severas. Así, se representa a la humanidad contra sí misma, pues sus acciones en contra del medio ambiente repercutirán en las mismas sociedades contemporáneas, independientemente si se realizó con dolo o sin él.

Cabe destacar que, desde un nivel teórico, se han propuesto modelos progresistas. Sin embargo, la aplicación práctica del Consejo de Seguridad ha seguido patrones más tradicionales propios del realismo, pese a que la sociedad ha atravesado diferentes sucesos desde entonces. Por tanto, se enfrenta a nuevos retos que, en un inicio, no fueron considerados como amenazas para la comunidades internacional. En este caso, surge la siguiente pregunta: ¿cómo abordar los nuevos desafíos que enfrenta la humanidad con imaginarios de Estado-Nación instaurados desde el orden westfaliano y mantenidos en los principales espacios internacionales?

La interrelación entre la seguridad nacional e internacional, evidenciada en la era de la globalización, destaca la importancia de adoptar iniciativas globales para abordar la crisis climática. El reconocimiento por parte del Consejo de Seguridad de la conexión entre seguridad y crisis climática otorgaría legitimidad y poder simbólico, pues validaría la consideración de la crisis climática como una amenaza a la seguridad. Además, implementar resoluciones vinculantes por parte del Consejo de Seguridad podría facilitar la movilización de acciones concretas, incluyendo recursos para mitigar los impactos de este fenómeno. La amenaza climática plantea desafíos únicos y severos. La falta de medidas concretas y la asignación desproporcionada de presupuestos a cuestiones militares en lugar de la protección ambiental influye directamente en la política comercial de cada país y puede llegar a modificar las ventajas comparativas de los Estados.

Lo anterior da como resultado una reconfiguración de políticas comerciales, especialmente en temas agrícolas y turísticos, según indica el PNUMA y la OMC (2009). Sin embargo, la vida

marina, que corresponde al sustento de diferentes poblaciones costeras, sufrirá daños directos. Así, es necesario entender que la crisis climática es una crisis multi-esfera, pues aborda diferentes sectores. Tanto los EE. UU. (Military Advisory Board, 2007, 2014) como la UE (Consejo Europeo de la Comisión de la Unión Europea, 2008) han expresado una preocupación por las consecuencias de la crisis climática, catalogado como potenciador de crisis. Estas preocupaciones se suscitan en el seno del Consejo de Seguridad e indican que las primeras regiones que se verán afectadas, además de las costeras, serán el Caribe y Centroamérica, por su susceptibilidad (Abarry, 2020).

Esta situación crearía una interrupción en las cadenas de suministros, aumentando riesgos económicos para el funcionamiento habitual de los Estados afectados. Por eso, debe existir una convergencia de esfuerzos interinstitucionales. Una posible resolución vinculante del Consejo de Seguridad facilitaría la implementación de medidas globales, que son esenciales para abordar eficazmente la amenaza climática y sus impactos económicos y comerciales. Más allá de ampliar el trabajo de acción de CS, se propone un trabajo en conjunto con otras instancias de la ONU, especialmente el PNUMA y la OMC, con la finalidad de dar seguimientos sobre el avance de esta amenaza en la seguridad de los Estados.

Sobre **el segundo objetivo**, se considera que este se cumplió a cabalidad, pues se examinaron los proyectos bioeconómicos que han implementado los países líderes en la materia en el hemisferio occidental. Así, se estudiaron los Estados Unidos, la Unión Europea, Argentina, Brasil y Colombia, pues estos habían desarrollado normativa pública en bioeconomía, políticas comerciales para su desarrollo y estrategias de difusión y comunicación para la sociedad civil. Se destaca que no hay una única forma de desarrollar la bioeconomía; es decir, esta es heterogénea, pero comparte ciertos elementos para su operativización.

Los principales hallazgos muestran que Argentina destaca por la creación de políticas públicas que generaron, programas e instituciones relacionadas, lo que implícitamente muestra la destinación de recursos por parte del aparato público en la contratación de personal, además de partidas presupuestarias específicas para su desarrollo. Brasil demostró un fuerte compromiso con los biocombustibles, seguido por los bioinsumos, respaldado con asignaciones presupuestarias significativas para impulsar la bioeconomía. La contextualización política en la que se implementó el Programa de Bioeconomía en Brasil añade interés, pues los proyectos de bioeconomía, al igual que cualquier elemento de la esfera pública, pueden estar influenciados por los intereses políticos y económicos del gobierno de turno, lo que lo convierte en el único país que hace alusión al Pro-

extractivísimo (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2019). En ocasiones, esto ha sido considerado como perjudicial por sus impactos negativos al medio ambiente, la salud de las comunidades y la sostenibilidad en largo plazo (Flores, 2016; Recillas, 2022; Universidad de los Andes, 2021).

En Colombia, se observa una fuerte estrategia de difusión en relación con la bioeconomía. Aunque no se puede afirmar que hayan descuidado sus esfuerzos comerciales, la mayor parte de sus iniciativas se centran en esta etapa de difusión y comunicación. Esta situación se puede explicar por el hecho de que Argentina y Brasil ya contaban con una trayectoria más extensa en el desarrollo de proyectos relacionados con la bioeconomía, lo que podría haber facilitado aún más la difusión eficaz de la comprensión de la bioeconomía en la sociedad civil. No obstante, se destaca la importancia continua de los esfuerzos, pues, como se evidenció en el capítulo correspondiente, cada Estado persiste en fortalecer estos elementos de comunicación y difusión.

Ahora, tanto EE. UU. (Military Advisory Board, 2014) y la UE (Consejo Europeo de la Comisión de la Unión Europea, 2008), identificaron la crisis climática como una amenaza para la seguridad. Uno y el otro expresan inquietudes sobre su seguridad alimentaria y energética, evidencia de que fueron pioneros en establecer normativas en torno a la bioeconomía. Además, han empleado elementos de política comercial para influir en otros Estados, instándolos a adoptar un enfoque similar, ya que, si su producción no cumple con sus estándares, no podrán comercializar en sus mercados, lo que limita el comercio y el desarrollo económico de los Estados. Mientras tanto, es notorio que, para impulsar su bioeconomía, los Estados utilizaron elementos de política comercial, especialmente por la creación de una necesidad en el mercado. El mejor caso para demostrar esto es el de los biocombustibles, ya que los gobiernos establecieron mezclas obligatorias para ser combinadas con el combustible fósil, obligando no solo la producción, sino también el consumo, lo que fomenta el comercio de los biocombustibles.

Lo anterior indica que las premisas de Bauman y Bordoni (2016) y Beck (2021), para quienes el aparato institucional cada vez tiene menor fuerza y el mercado funciona de forma autónoma, no necesariamente se cumplen a cabalidad. Esto debido a que en el tema de bioeconomía se está desarrollando, gracias a exoneraciones, incentivos fiscales, líneas de financiamiento, régimen de inversión y subsidios brindados por el aparato público. Por medio de ello, logra que el mercado vea esto como una señal y facilite su producción, en la medida en que

se apoya la producción por parte del Estado y este brinda difusión para que los ciudadanos tomen conciencia sobre la importancia de consumir productos de origen sostenible.

En cuanto al **tercer objetivo** (conocer las acciones que ha empleado el Estado costarricense relacionadas al desarrollo de la bioeconomía), se reconoce que se cumplió a cabalidad. No obstante, sus hallazgos demuestran una amplia ruta por mejorar. Se destacan cuatro puntos: a) tres años después de su realización, aún se trabaja en su operacionalización, principalmente porque ese periodo de tiempo coincide con la pandemia por el COVID-19, lo que implica que el aparato público aumentara sus esfuerzos entornos a esta temática; b) el MICITT trabaja en planes de acción para implementar la Estrategia de Bioeconomía y subraya la importancia de una ejecución efectiva de las políticas públicas; c) ninguna de las políticas comerciales que ha desarrollado en Costa Rica gira en torno a la bioeconomía o la economía circular. Sin embargo, este es el elemento principal para darle vida a la bioeconomía; d) el sector privado ha desarrollado de manera autónoma las unidades de negocio relacionadas con la bioeconomía, pero no necesariamente motivado por estímulos de políticas comerciales a nivel nacional y e) el desarrollo los biocombustibles líquidos por medio de mezclas suele ser uno de los principales elementos que desarrollaron los Estados líderes.

Ahora bien, es preciso mencionar que en Costa Rica existen dos tipos de bioeconomías: la tradicional (se utilizan insumos biológicos para la creación de bioproductos, biomateriales o bioservicios de bajo valor agregado) y la *high tech* (utiliza insumos biológicos con intervención de altos procesos tecnológicos para obtener valor agregado en sus resultados). Las sugerencias al Estado costarricense se encuentran en el capítulo titulado recomendaciones. Además, es fundamental finalizar la caracterización de la biomasa en los territorios costarricenses y evaluar la infraestructura de CTI para impulsar la bioeconomía. Este segundo elemento requerirá la intervención de diferentes actores; sin embargo, la bioeconomía, como lo muestra la Tabla 9, requiere de la inter-multidisciplinariedad.

El viceministro del MICITT destaca la necesidad de incentivos económicos y fiscales para su apoyo (Vega, 2023, comunicado personal), lo cual puede ser complementado con IED. La creación de una entidad nacional dedicada facilitaría la concentración de esfuerzos, con asignación presupuestaria que pueda canalizar apoyos a los tipos de bioeconomía que se están desarrollando en Costa Rica. Además, contar con políticas comerciales en la materia como la implementación de instrumentos para medir el impacto de la bioeconomía en el PIB, considerando aspectos

económicos y ambientales podría resultar un área de trabajo tanto la cooperación internacional como para futuras administraciones. Cabe destacar que el proyecto de ley busca facilitar parte del incentivo económico que requiere la bioeconomía, aunque no necesariamente implica su comercialización y la mayor parte de los actores involucrados no cuenta con suficiente experiencia en la temática. Finalmente, es meritorio destacar que el Estado costarricense, especialmente las Universidades, han ejecutado prácticas bioeconómicas desde el siglo XX. Sin embargo, no fueron conceptualizadas dentro de este paradigma.

Finalmente, el **cuarto objetivo**, referente a demostrar la utilidad del modelo bioeconómico desarrollado en los países líderes para la mitigación de los efectos de la crisis climática y el aumento de la competitividad comercial en sus países, se logró parcialmente. En la actualidad, solo la UE cuenta con una metodología para medir su impacto en la economía, mientras que en temas climáticos no se contempla de forma cuantitativa, aunque desde su concepción en las respectivas políticas públicas se hace alusión a su aporte. En el capítulo correspondiente, se recopila información de forma autónoma para revelar que no existen suficientes datos para corroborar que el modelo bioeconómico mitiga la crisis climática y aumenta la competitividad.

La investigación hecha arrojó varios hallazgos. Primero, resulta notorio cómo el seguimiento al calentamiento global no incorpora los esfuerzos que los países están realizando en bioeconomía. De hecho, no parece haber un consenso por parte de los Estados en incorporar el tema, pues la revisión y seguimiento a las normativas y planes de acción presentados a la ONU solo aluden a temáticas cuyos títulos refieren a la temática climática (TAC, 2020). Es decir, existe una amplia oportunidad para que los países logren incorporar esta área dentro de sus esfuerzos para lograr el NDC, lo cual ayudaría no solo a mejorar su calificación en el área, sino también a validar uno de los elementos más complejos, como lo es cuantificar el impacto de la bioeconomía.

La UE muestra cuáles sectores de la bioeconomía están siendo impactados y cuánto es el valor agregado que se está produciendo, así como la cantidad de empleos generados y su aporte al PIB. En ningún país se encuentra la cuantificación de la retención del MtCO₂ o su impacto en el ambiente, elemento que resulta vital, pues según Goven *et al.* (2015), Hodson de Jaramillo (2018) y Martínez-Riascos (2020), la bioeconomía en sí misma, además de brindar mayor desarrollo productivo a los países, se encarga de ser una alternativa al modelo económico imperante amigable con el ambiente, que permite una disminución de las afectaciones en temas climáticos realizados por una matriz productiva dependiente a combustibles fósiles.

Los biocombustibles en Argentina, Brasil, Colombia y los EE. UU. se encuentran cuantificados tanto en oferta como demanda. En Costa Rica, este dato no aplica, ya que no hay una legislación en esta área. Además, aunque se puede identificar cuánto MtCO₂ se estaría produciendo si los biocombustibles fuesen gasolina, no se cuenta con los datos para verificar en cada país cómo son las prácticas para su proceso de producción, o sea, si contaminan más o menos que el proceso de producción del petróleo. Por eso, sería beneficioso contar con metodologías estandarizadas que proporcionen fórmulas homogéneas y permitan realizar comparaciones de manera consistente. La homogeneidad en las fórmulas y metodologías aseguraría que se logre una comparación más precisa y significativa entre diferentes países. Se nota una disparidad considerable en las emisiones de gases de efecto invernadero entre países de renta alta, como la UE y EE. UU., y aquellos de renta media en Latinoamérica, incluyendo a Argentina, Brasil y Colombia. A pesar de que Costa Rica ha sido clasificada como renta alta, junto con estos países de la región, mantiene niveles bajos de emisiones de MtCO_{2e}.

En ese sentido, aunque la información presentada en este capítulo es insuficiente para determinar completamente el impacto de la bioeconomía en la lucha contra la crisis climática, se destaca que su implementación. Especialmente en el sector de biocombustibles, se logra una retención significativa de MtCO_{2e}. A partir de esto, se podría inferir que, sin su incorporación, las economías experimentarían mayores emisiones de MtCO_{2e}.

En términos generales, esta temática posibilita a la comunidad estudiantil de la Escuela de Relaciones Internacionales ampliar su foco de investigación y ámbito laboral, pues ofrece oportunidades para desarrollar su labor desde los diferentes sectores que ofrece la bioeconomía. A su vez, abre el camino a realizar análisis que les permitan a los Estados establecer en espacios internacionales nuevos paradigmas o metodologías para enfrentar la crisis climática. Entre las posibles líneas de investigación se puede estudiar el impacto de la cadena de producción de los biocombustibles en la crisis climática, la entrada de nuevo actores que reconfiguran los sistemas de financiamiento para la sostenibilidad, cooperación regulatoria para la creación de métodos de medición para la bioeconomía.

Capítulo VII Recomendaciones para el Estado Costarricense

Se recomienda al Estado costarricense, para el desarrollo óptimo de la bioeconomía, adoptar algunas prácticas que se realizaron en los países consultados en el periodo de tiempo establecido. A la luz de esto, es crucial completar la caracterización de la biomasa disponible en cada uno de los territorios costarricenses (como en el caso colombiano). Luego, se debe evaluar la disponibilidad de infraestructuras de CTI en cada zona geográfica, ya que impulsar una bioeconomía de alto valor agregado requiere contar con estos recursos. Para esto, podría necesitarse el respaldo de otros sectores para abordar las necesidades específicas de cada territorio, que van desde el acceso a internet y electricidad hasta facilitar la educación superior. En resumen, la bioeconomía implica abordar las necesidades fundamentales de la sociedad, para crear un entorno propicio para su desarrollo.

Posteriormente, se recomienda realizar una consulta pública (como en el caso estadounidense) para actualizar la estrategia de bioeconomía actual, en la medida en que esta, al abarcar tanto sectores y no contar con un presupuesto asignado, puede quedar solo en lo teórico. Por lo tanto, al igual que en los demás países analizados, es crucial seleccionar los sectores de la bioeconomía por desarrollar y crear un plan de acción. Con el tiempo, se recomienda establecer institucionalidades y normativas específicas para cada sector de la bioeconomía. Así, la creación de un programa o entidad nacional dedicada al desarrollo de la bioeconomía, circunscrito al ente rector, facilitaría la concentración y potenciación de los esfuerzos en este ámbito. Resulta complicado que una unidad encargada de múltiples temas pueda abordar de manera efectiva todos ellos y garantizar el desarrollo de la bioeconomía.

Al mismo tiempo, resulta menester asignar partidas presupuestarias a los planes de acciones en coordinación con política comercial, para crear demandas internas al mercado, como el caso de los biocombustibles, y abrir líneas de financiamiento con tasas de interés bonificado para la bioeconomía, beneficios fiscales, subsidios, incentivos financieros y partidas específicas para agricultores o ganaderos que quieran introducir en sus fincas la bioeconomía. Cabe destacar que algunos de los países examinados crearon líneas de apoyo específicas para que los agricultores logren comercializar sus productos. A su vez, el actual viceministro del MICITT indicó que es necesario generar incentivos económicos y fiscales que faciliten el desarrollo y, por tanto, el comercio de la bioeconomía (Vega, 2023, comunicación personal). Aunque el financiamiento sea un obstáculo, la IED podría representar una opción para canalizar capital internacional y respaldar

el desarrollo del mercado de la bioeconomía. Esto permitiría complementar el conocimiento nacional con el *expertise* extranjero. (Wesseler, 2023) comunicado personal.

Si bien puede existir una gran interrogante sobre cómo propiciar que el sector agro se pase al nuevo paradigma, se recomienda implementar una estrategia de mercado líder (como en el caso europeo), donde se prioriza la apertura y la comercialización de productos bio. Esto da una señal al mercado, pues indica que los productos realizados desde la bioeconomía tendrán mayor remuneración económica, facilidad de exportación y consumo. La creación de instituciones dedicadas a la bioeconomía o a alguno de sus sectores es una práctica adoptada por los países analizados para operacionalizar la bioeconomía en sus territorios.

De manera simultánea, se deben llevar a cabo talleres, webinars y eventos a nivel nacional e internacional. Esto no solo facilitaría la atracción de cooperación internacional, sino que también informaría a la industria costarricense sobre las potencialidades que ofrece la bioeconomía en diversos sectores. Según Vega (2023, comunicación personal), es fundamental que la sociedad se involucre y tome conciencia sobre esta temática. Por lo tanto, sería apropiado incorporar cursos sobre bioeconomía en la educación (como en el caso argentino y de la UE).

En términos generales, se recomienda, además de la creación de un fondo específico, establecer una institución pública especializada en la temática que se encargue de su seguimiento y ejecución. Según Lasarte-López *et al.* (2023), en el mercado de la UE, la bioeconomía no solo generó mayores oportunidades de empleo, sino que también aportó con 664 mil millones al PIB para el 2020. Sin embargo, para lograr esto es crucial incorporar elementos de política comercial que abran las puertas a este tipo de mercado, así como facilitar la IED para su desarrollo. Para alcanzar estos objetivos, es necesario que el marco legal permita su desarrollo, ya que actualmente en Costa Rica, la comercialización de productos bio enfrenta un proceso legal que dificulta la consolidación de este tipo de negocios. Por otro lado, el desarrollo de los biocombustibles es un buen indicador para el impulso de la bioeconomía en general.

Por último, se recomienda la creación de una metodología para medir el impacto de la bioeconomía en el PIB, permitiendo distinguir entre los productos provenientes de la bioeconomía y los de la economía tradicional. En este sentido, se propone la realización de misiones mediante la cooperación técnica a la Unión Europea, quien lidera en la cuantificación y medición de la bioeconomía. En efecto, no solo se debe velar por la cuantificación en el PIB, sino también por el impacto de la bioeconomía en relación con la crisis climática.

Referencias bibliográficas

- Abarry, A. (2020). *Carta de fecha 1 de septiembre de 2020 dirigida al secretario general por el Representante permanente del Níger ante las Naciones Unidas*. Naciones Unidas.
- Acetta, P., Brenes-Porras, C., González, S., y Chavarría, H. (2022). El ecosistema para la Bioeconomía en Argentina: experiencia Rosario. *C3-bioeconomy*, (3), 53-68. <https://journals.uco.es/bioeconomy/article/view/15243>
- Aceves, S. (2018). *Teorías de las relaciones internacionales en el siglo XXI. México y la Cuenca del Pacífico*, 4(12), 115-122. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7942391>
- ACM. (2020). Horizonte 2020 deja paso al nuevo Horizonte 2021-2027. <https://acmservicios.com/conoce-horizonte-2021-2027/>
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2021). *Plano de Ação para a Bioeconomia Sustentável – Horizonte 2025 (PABS)*. <https://apambiente.pt/apa/bioeconomia>
- Agile BioFoundry. (2016). About Us. <https://agilebiofoundry.org/about/>
- Air Quality Index. (SEP 2022). *Mapa de contaminación en tiempo real*. <https://aqicn.org/map/world/es/#>
- Ari, T., y Gökpinar, F. (2019). *Theories of International Relations II*. Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (2023). *Proyecto de Ley: Ley de Fomento a la Bioeconomía*. Paulina Ramírez Portuguez, Diputada. Expediente N.º 23.86.
- Banco Mundial. (2021a). Gasto (% del PIB). *Banco Mundial*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/GC.XPN.TOTL.GD.ZS>
- Banco Mundial. (2021b). PIB per cápita (US\$ a precios actuales). <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD>
- Banco Mundial. (2021c). *Inscripción escolar, nivel terciario (% bruto)/Data*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.TER.ENRR>
- Banco Mundial. (2022). Población total. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL>
- Barry, J. (2014). Green Political Theory. En V. Geoghegan, y R. Wilford (Eds.), *Political Ideologies: An Introduction* (pp. 153-178). Routledge. https://pureadmin.qub.ac.uk/ws/files/5420698/Green_Political_Theory_John_Barry.pdf
- Bartolomé, M. (2019). Amenazas y conflictos híbridos: características distintivas evolución en el tiempo y manifestaciones preponderantes. *URVIO. Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad* (25), 8-23. <https://revistas.flacsoandes.edu.ec/urvio/article/view/4249>

- Bauman, Z. y Bordon, C. (2016). *Estado de crisis*. Paidós.
- Beck, U. (2021). *La Sociedad del Riesgo Mundial*. Paidós.
- Bejarano, P. (2019). Cambio climático y seguridad internacional, una nueva relación. *Foreign Affairs Latinoamérica*. <https://revistafal.com/cambio-climatico-y-seguridad-internacional-una-nueva-relacion/>
- BID. (2020). ¿Cómo puede la política comercial ayudar a evitar una crisis de seguridad alimentaria? <https://blogs.iadb.org/integracion-comercio/es/politica-comercial-tesis-seguridad-alimentaria/>
- Bioeconomía. (2021, 20 octubre). La directora de la OMC dice que es esencial establecer un precio global del carbono. *BioEconomía*. <https://www.bioeconomia.info/2021/10/20/directora-de-la-omc-dice-que-es-esencial-establecer-un-precio-global-del-carbono/>
- Biointropic. (2021). Beneficios y panorama de la bioeconomía. *Biointropic*. <https://biointropic.com/panorama-de-la-bioeconomia/#:~:text=Bioeconom%C3%ADa%3A%20Econom%C3%ADa%20que%20gestiona%20eficiente,el%20conocimiento%20y%20la%20innovaci%C3%B3n>
- Biomass Research and Development Board (BR&D). (2019). *Bioeconomy Initiative Implementation Framework*. Biomass Research and Development Board. https://biomassboard.gov/sites/default/files/pdfs/Bioeconomy_Initiative_Implementation_Framework_FINAL.pdf
- BIOTECanada, (2019). Canada's Bioeconomy Strategy. *BIOTECanada*. https://www.biotech.ca/wp-content/uploads/2022/01/National_Bioeconomy_Strategy_EN-compressed.pdf
- Bisang, R. y Trigo, E. (2017). *Bioenergía Argentina. Modelos de negocios para una nueva matriz productiva*. Bolsa de Cereales, Ministerio de Agroindustria, Grupo Bioeconomía. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bioeconomia/archivos/Modelo_de_negocios.pdf
- Bracco, S., Calicioglu, O., Gómez, M., y Flammini, A. (2018). Assessing the Contribution of Bioeconomy to the Total Economy: A Review of National Frameworks. *Sustainability*, 10 (6), 1-17. <https://doi.org/10.3390/su10061698>
- Branzova, P. (2020). Principles and Guidelines for the Implementation of Bioeconomy Strategies. *Trakia Journal of Sciences*, (18), 473-479.

- Bunker, R. (1996). generations, waves, and epochs modes of warfare and the RPMA. *Airpower Journal*, 1-10. <https://smallwarsjournal.com/documents/bunker.pdf>
- Burchill, S., Linklater, A., Devetak, R., Donnelly, J., Paterson, M., Reus-Smit, C., y True, J. (2001). *Theories of International Relations*. Palgrave MacMillan. <http://lib.jnu.ac.in/sites/default/files/RefrenceFile/Theories-of-IR.pdf>
- Campos, A. (2022, 15 de diciembre). Entrevista personal incentivo de políticas comerciales en bioeconomía y OMC.
- Cascante, C. (2015). *La política exterior de Costa Rica (1850-2010)*. EUCR.
- CEPAL, OLADE, y GIZ. (2003). *Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org/bitstreams/6465dbf8-63b2-43cd-87f9-f7f596033fe2/download>
- CEPAL. (2018). América Latina (17 países): gasto en protección del medio ambiente del gobierno central, 2018^a (En porcentajes del PIB). <https://observatoriosocial.cepal.org/inversion/es/grafico/america-latina-17-paises-gasto-proteccion-medio-ambiente-gobierno-central-2018a-porcentajes>
- CEPAL. (2020). *Costa Rica lanza Estrategia Nacional de Bioeconomía. Nota informativa. Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/notas/costa-rica-lanza-estrategia-nacional-bioeconomia>
- CEPAL. (2021). Oportunidades y desafíos para el desarrollo de una Estrategia Nacional de Bioeconomía en Guatemala. ONU. <https://www.cepal.org/es/eventos/oportunidades-desafios-desarrollo-estrategia-nacional-bioeconomia-guatemala>
- CGEE. (2020, julio 30). Oportunidades e Desafios da Bioeconomia (ODBio) - Projetos. https://www.cgee.org.br/projetos/-/asset_publisher/W0hI4EIAHtL5/content/oportunidades-e-desafios-da-bioeconomia?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.cgee.org.br%2Fprojetos%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_W0hI4EIAHtL5%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2
- Chavarría, H. (2020). *¿Cómo construimos la institucionalidad y las políticas públicas que se necesitan para desarrollar la bioeconomía en América Latina y el Caribe?* Bioeconomía y Desarrollo Productivo, IICA.

- Chavarría, H., y Trigo, E. (2022). Resultados del Biomonitor [Discurso]. Conferencia de Bioeconomía, Europa.
- Ciencia Tecnología e Información (2020). Bioeconomía forestal para el futuro. Gobierno de Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/reuniones/bioeconomia-forestal-para-el-futuro>
- Climate Action Tracker (CAT). (2020). Climate Action Tracker (CAT) Countries. <https://climateactiontracker.org/>
- ColCiencias. (2015). *Estrategia de Colombia Bio*. ColCiencias. <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/resena-colombiabi-2016.pdf>
- Comisión Europea. (2012). La innovación al servicio del crecimiento sostenible: una bioeconomía para Europa. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0060&from=EN>
- Comisión Europea. (2018). *Una nueva Estrategia en materia de bioeconomía para una Europa sostenible*. Unión Europea.
- Comisión Europea. (2021). *Una nueva Estrategia en materia de bioeconomía para una Europa sostenible*. Unión Europea.
- Comité Económico y Social Europeo. (2021) *Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a la garantía de unas condiciones de competencia equitativas para un transporte aéreo sostenible*. Sección de Transportes, Energía, Infraestructuras y Sociedad de la Información.
- Congress H.R. 4373. (2019, 10 de diciembre). Engineering Biology Research and Development Act of 2019. <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/4373/summary/00>
- Congress H.R. 4373. (2021, 28 de abril). Bioeconomy Research and Development Act of 2021. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/1418>
- Consejo de la Unión Europea. (2023). ¿Qué supone ejercer la Presidencia del Consejo de la UE? <https://www.consilium.europa.eu/en/presidency-council-eu-es/#:~:text=El%20sistema%20de%20Presidencias%20rotatorias,gran%20parte%20de%20la%20UE>
- Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. (2018). *Declaración de la Presidencia del Consejo de Seguridad*. Naciones Unidas.

- Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. (2019). *Funciones y Poderes – Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas*. Naciones Unidas. <https://consejodeseguridad.onu.org.mx/el-consejo/funciones-y-poderes/>
- Consejo Europeo de la Comisión de la Unión Europea. (2008). *El Cambio Climático y la Seguridad Internacional*. https://www.consilium.europa.eu/media/30860/es_clim_change_low.pdf
- Consejo Nacional de Política Económica y Social, República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación (CONPES 3934). (2018). Política de Crecimiento Verde (Documento CONPES No. 3934). <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/conpes/econ%C3%B3micos/3934.pdf>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social, y CONPES 3697. (2011). Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad. MA, MMADS, MINCIT, MSPS, MRE, Colciencias. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3697.pdf>
- Consejo Nacional de Política Energética (CNPE, 2018) Resolução N.º 16, de 29 de outubro de 2018. https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/arquivos/2018/resolucao_16_cnpe_29-10-18.pdf
- Cortorreal, C. (2019). *Carta de fecha 2 de enero de 2019 dirigida al secretario general por el Representante Permanente de la República Dominicana ante las Naciones Unidas*. Naciones Unidas.
- CRBIOMED. (s.f.). ¿Quiénes somos? <https://crbiomed.org/quienes-somos>
- D'Hondt, K., Jiménez-Sánchez, G., y Philp, J. (2015). Reconciling Food and Industrial Needs for an Asian Bioeconomy: The Enabling Power of Genomics and Biotechnology. *Asian Biotechnology and Development Review*, 17(2), 85-130.
- De Besi, M., y McCormick, K. (2015). Towards a Bioeconomy in Europe: National, Regional and Industrial Strategies. *Sustainability*, 7(8), 1-18. <https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v7y2015i8p10461-10478d53711.html>
- Decreto N.º 8.874. (2016). Legislação Informatizada - Decreto N.º 8.874, de 11 de outubro de 2016 - Publicação Original. <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2016/decreto-8874-11-outubro-2016-783747-publicacaooriginal-151228-pe.html>

- Decreto N.º 9675 (2019). O Departamento de Biocombustíveis (DBIO). <https://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/institucional/dbio>
- Department of Agriculture, Commodity Credit Corporation. (2010). Biomass Crop Assistance Program. Rule, 75 FR 66202, 66202-66243. CFR: 7 CFR 1450. RIN: 0560-AH92. Document Number: 2010-26871. <https://www.federalregister.gov/documents/2010/10/27/2010-26871/biomass-crop-assistance-program>
- Department of Science and Technology (DST). (2013). The Bio-Economy Strategy. DST. https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/201409/bioeconomy-strategya.pdf
- Deutsche Welle. (2021). *Costa Rica recibirá US\$ 20 millones por proteger sus bosques*. dw.com. <https://www.dw.com/es/costa-rica-recibir%C3%A1-us-20-millones-por-proteger-sus-bosques/a-59726980>
- Diario Oficial de la Unión Europea. (2018). *Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (versión refundida)*. UE.
- Diputados de Argentina. (2017). Bioeconomía, desarrollo sustentable y nuevas técnicas de mercado: incorporación de su enseñanza en los establecimientos educativos de nivel medio. Gobierno de Argentina. <https://www.hcdn.gob.ar/comisiones/permanentes/educacion/proyecto.html?exp=1598-D-2017>
- Dunne, T., Kurki, M., y Smith, S. (2013). *International Relations Theories Discipline and Diversity*. Oxford University.
- Echeverry, R. (2017). *Política Comercial*. Fundación Universitaria del Área Andina (Bogotá). <https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/1376/Politica%20Comercial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Eckersley, R. (2013). Green Theory. In T. Dunne, M. Kurki, & S. Smith (Eds.), *International Relations Theories: Discipline and Diversity* (3rd ed., pp. 266-286). Oxford University Press
- El Financiero. (2020, 26 de diciembre). EF Explica: ¿Cómo cotiza el agua en la bolsa? *El Financiero*. <https://www.elfinancierocr.com/finanzas/ef-explica-como-cotiza-el-agua-en->

- Executive Office of the President. (2019, 30 de agosto). *Fiscal Year 2021 Administration Research and Development Budget Priorities (M-19-25). Memorandum to the Heads of Executive Departments and Agencies*. M-19-25, FY 2021, Administration Research and Development Budget Priorities.
- Fantinel, A., Jahn, S., y Flores, Y. (2015). Producción y demanda de biodiesel en Brasil: revisión. *Dirección y organización*, 57, 33-41. <https://doi.org/10.37610/dyo.v0i57.479>
- Federal Government. (2020). *National Bioeconomy Strategy Summary*. https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/downloads/files/bmbf_bioeconomy-strategy_summary_en.pdf?_blob=publicationFile&v=2
- Fernández, J. (2005). *Seguridad Humana* [tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona]. https://www.iidh.ed.cr/multic/UserFiles/Biblioteca/IIDHSeguridad/12_2010/d540f1cb-719b-4b49-95b1-f61a7faa7ab2.pdf
- Flores, S. (2016). Consecuencias del extractivismo en América Latina. Entrevista realizada a Eduardo Gudynas por Sergio Flores. CADTM. <https://www.cadtm.org/Consecuencias-del-extractivismo-en>
- Franca Filho, M. (2006). *Historia y razón del paradigma westfaliano*. Universidad de Coímbra. [Dialnet-HistoriaYRazonDelParadigmaWestfaliano-1971179.pdf](http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2441179)
- Frisvold, J., Moss, S., Hodgson, A., y Maxon, A. (2021). Comprender la bioeconomía de EE. UU.: una nueva definición y panorama. *Sostenibilidad*, 13(4), 1-24.
- Frutos, R., Abelleira, Á., Sobrino, A., y Ramos, T. (2020). Sostenibilidad para la Competitividad. *Revista de Comercio Exterior*, (912).
- Fund, C., El-Chichakli, B., y Dieckhoff, P. (2015). *Bioeconomy Policy (Part II). Synopsis of National Strategies around the World. A Report from the German Bioeconomy Council*. Office of the Bioeconomy Council.
- Galán, C. (2018) *Amenazas nuevas herramientas para viejas aspiraciones*. Documento de trabajo 20/2018. Real Instituto Elcano
- Gándara, G. y Osorio, V. (2014). *Métodos prospectivos, Manual para el estudio y la construcción del futuro*. Paidós.
- Gatune, J., Ozor, N., y Oriama, R. (2021). The Futures of Bioeconomy in Eastern Africa. *Journal of Futures Studies*, 25(3), 1-13. [https://doi-org.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/10.6531/JFS.202103_25\(3\).0001](https://doi.org.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/10.6531/JFS.202103_25(3).0001)

- GBC (German Bioeconomy Council). (2018). *Bioeconomy Policy (Part III) Update Report of National Strategies around the World*. German Council. <https://www.biooekonomierat.de/media/pdf/archiv/international-bioeconomy-policy-part-III.pdf?m=1637834907&>
- GBS. (Global Bioeconomy Council). (2020). *Global Bioeconomy Policy Report (IV): A decade of bioeconomy policy development around the world*. International Advisory Council on Global Bioeconomy. https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2021/04/GBS-2020_Global-Bioeconomy-Policy-Report_IV_web-2.pdf
- Georgescu-Roegen, N. (2003). *Bioeconomia*. Bollati Borincheri.
- Gobierno de Argentina. (2022) *PROBIOMASA - proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa*. <http://www.probiomasa.gob.ar/sitio/es/>
- Gobierno de Colombia. (2020). *Bioeconomía para una Colombia Potencia viva y diversa: Hacia una sociedad impulsada por el conocimiento*. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/bioeconomia_para_un_crecimiento_sostenible-qm_print.pdf
- Gobierno de España. (2015). *Estrategia española de Bioeconomía: Horizonte 2030*. <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/innovacion-medio-rural/bioeconomia/>
- Gobierno de México. (2022). *Trabaja México Estrategia Sectorial de Bioeconomía en la agricultura, con énfasis en el cuidado del ambiente*. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/trabaja-mexico-estrategia-sectorial-de-bioeconomia-en-la-agricultura-con-énfasis-en-el-cuidado-del-ambiente?idiom=es>
- Goven, J., y Pavone, V. (2015). The Bioeconomy as Political Project: A Polanyian Analysis. *Science, Technology, & Human Values*, 40(3), 302-337. <https://www.jstor.org/stable/43671238>
- Government of Ireland. (2018). *National Policy Statement on the Bioeconomy*. https://www.gov.ie/en/publication/c1e596-national-policy-statement-on-the-bioeconomy/?referrer=/eng/news/government_press_releases/bioeconomy.pdf/
- Governo Italiano. (2019). *A new Bioeconomy strategy for a sustainable Italy*. <https://cnbbsv.palazzochigi.it/media/1953/bit-ii-2019-en.pdf>

- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación: Sexta Edición*. McGraw Hill / Interamericana Editores. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill Education.
- Hobbes, T. (1994). *Leviatán o la materia, forma y poder de una república eclesiástica y civil*. Fondo de Cultura Económica.
- Hodson de Jaramillo, E. (2018). Bioeconomía: el futuro sostenible. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(164), 188-201. <https://doi.org.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/10.18257/raccefyn.650>
- IICA. (2014) *Alianza impulsará conocimiento sobre seguridad alimentaria en ALC*. IICA. <https://iica.int/es/prensa/noticias/alianza-impulsar%25C3%25A1-conocimiento-sobre-seguridad-alimentaria-en-alc>
- IICA. (2019). *Programa de Bioeconomía y Desarrollo Productivo*. IICA.
- IICA. (2022). *Diseño de una estrategia regional de bioeconomía del chaco paraguayo*. <https://iica.int/es/prensa/noticias/diseño-de-una-estrategia-regional-de-bioeconomia-del-chaco-paraguay>
- IIDH. (2010). *Tratado Marco de Seguridad Democrática En Centroamérica*. IIDH. https://www.iidh.ed.cr/multic/UserFiles/Biblioteca/IIDHSeguridad/12_2010/4b294167-d00a-4804-8336-0a6739d1e0a6.pdf
- International Advisory Council on Global Bioeconomy. (2020). *Global Bioeconomy Policy Report (IV): A decade of bioeconomy policy development around the world*. IACGB. https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS-2020_Global-Bioeconomy-Policy-Report_IV_web.pdf
- IPCC. (2007). *Cambio climático 2007: Base de las Ciencias Físicas*. IPCC. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg1-sum-vol-sp.pdf>
- IPCC. (2019). *Calentamiento global de 1,5 °C Resumen para responsables de políticas*. IPCC. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf
- Jiménez, M. (1997). *Evaluación de la Bioeconomía de la suplementación con Morera (Morus sp) en la crianza posdestrete de terneras de lechería*. [tesis de maestría, Centro Agronómico

- Tropical de Investigación y Enseñanza].
<https://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/5015?locale-attribute=fr>
- Jones, E. (2020). *La amenaza para la seguridad global: el cambio climático no es tan sólo un problema medioambiental*. ONU.
- Jones, R. (2010, 9 de agosto). *La Casa Blanca emite memorando de Prioridades de Ciencia y Tecnología para el Presupuesto del Año Fiscal 2012*. <https://ww2.aip.org/fyi/2010/white-house-issues-fy-2012-science-and-technology-priorities-memo#>
- Lachman, J., Bisang, R., Obschatko, E., y Trigo, E. (2020). *Bioeconomía: una estrategia de desarrollo para la Argentina del siglo XXI*. IICA.
- Lardone, M. (2019). *Tras las promesas de la Modernidad. Geopolítica del conocimiento y periferias agroproductivas: La Pampa argentina de la Conquista del Desierto (1869) a la revolución agro-biotecnológica (2015)*. [tesis doctoral, Universidad de Costa Rica]. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/79346>
- Lasarte-López, J., Ronzon, T., M'barek, R., Carus, M., y Tamošiūnas, S. (2023). *Jobs and wealth in the EU bioeconomy*. JRC – Bioeconomics, European Commission, Joint Research Centre (JRC) [Dataset] PID: <http://data.europa.eu/89h/7d7d5481-2d02-4b36-8e79-697b04fa4278>
- Ley 12.431. (2011). *Lei N.º 12.431, de 24 de junho de 2011*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112431.htm
- Ley 121. (2019). *Portaria N.º 121, de 18 de junho de 2019*. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-121-de-18-de-junho-de-2019-164325642>
- Ley 27.191. (2015). *Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica. Modificación*. <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>
- Ley N.º 13.033. (2014). *Lei N.º 13.033, de 24 de setembro de 2014*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113033.htm
- Ley N.º 13.033. (2015). *Lei N.º 13.123, de 20 de maio de 2015*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113123.htm
- Llauguer, A. (1998). *El ecologismo: una estrategia de educación ambiental*. Centro Nacional de Educación Ambiental. https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/1998-llauguer_tcm30-163615.pdf

- Llorentty, S. (2018). *Carta de fecha 9 de octubre de 2018 dirigida al secretario general por el Representante Permanente del Estado Plurinacional de Bolivia ante las Naciones Unidas*. Naciones Unidas.
- Madroñero-Palacios, S., Guzmán-Hernández, T. (2018). Desarrollo sostenible. Aplicabilidad y sus tendencias. *Tecnología en Marcha*, (31-3), 122-130.
- Marín, E. (2012). *Efecto bioeconómico de la heterosis sobre rasgos productivos y reproductivos en cruces entre razas lecheras de Costa Rica* [tesis de maestría, Universidad Nacional] <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/20433>
- Martinez, C. (2020). Economía circular y bioeconomía, pilares del desarrollo sostenible. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 22(2), 3-5. <https://doi.org.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/10.15446/rev.colomb.biote.v22n2.XXXXX>
- Masternaut Iberica, SL. (2023). *Cómo calcular la huella de carbono de tu flota*. <https://connectedfleet.michelin.com/es/blog/calcular-emisiones-de-co2#:~:text=La%20mayor%C3%ADa%20de%20las%20flotas,kg%20producidos%20por%20el%20diesel.>
- Mertens, D. (2005). *Research and evaluation in Education and Psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*. SAGE Publications.
- Michroma. (2021). *Michroma - next generation of natural ingredients*. <https://www.michroma.co/>
- MIDEPLAN (Ministerio de Planificación y Política Económica). 2022. *Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública 2023-2026*. MIDEPLAN.
- Military Advisory Board. (2007) *National Security and the Threat of Climate Change*. Military Advisory Board del Gobierno de Estados Unidos. https://www.cna.org/CNA_files/pdf/National%20Security%20and%20the%20Threat%20of%20Climate%20Change.pdf
- Military Advisory Board. (2014). *National Security and the Accelerating Risks of Climate Change*. Military Advisory Board del Gobierno de Estados Unidos. https://www.cna.org/CNA_files/pdf/MAB_5-8-14.pdf
- Ministério da Agricultura e Pecuária. (2020a). *Programa Nacional de Bioinsumos é lançado e vai impulsionar uso de recursos biológicos na agropecuária*. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/programa-nacional-de->

bioinsumos-e-lancado-e-vai-impulsionar-uso-de-recursos-biologicos-na-agropecuaria-brasileira

Ministério da Agricultura e Pecuária. (2020b). *Mapa seleciona projetos de consórcios públicos para fortalecer atividades da bioeconomia no país*. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-seleciona-projetos-para-fortalecer-atividades-da-bioeconomia>

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Gabinete da Ministra. (2019). *Portaria Nº 121, de 18 de junho de 2019. Diário Oficial da União*. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-121-de-18-de-junho-de-2019-164325642>

Ministerio de Agroindustria. (2017a). *Bioeconomía Argentina: visión desde Agroindustria*. Presidencia de la Nación. https://magyp.gob.ar/sitio/areas/bioeconomia/archivos/000000_Bioeconomia%20Argentina.pdf

Ministerio de Agroindustria. (2017b). *Resolución 190-E/2017*. Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-190-2017-278205/texto>

Ministerio de Agroindustria. (2019, 27 de marzo). *Agroindustria impulsa el desarrollo a través de la bioeconomía*. Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/agroindustria-impulsa-el-desarrollo-traves-de-la-bioeconomia>

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT). (2020). *Estrategia Nacional de Bioeconomía 2020–2030*. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones. https://www.micitt.go.cr/sites/default/files/estrategia_nacional_bioeconomia_cr_corregido.pdf

Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y comunicación (2019). *Regimento interno da secretaria de políticas para formação e ações estratégicas*. MCTIC. Brasil.

Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicaciones (MCTIC). (2018). *Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia*. Brasil. https://repositorio.mctic.gov.br/bitstream/mctic/4355/1/2018_plano_acao_ciencia_tecnologia_inovacao_bioeconomia.pdf

Ministerio de Economía de Argentina. (2023). *Bioeconomía*. Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/bioeconomia>

- Ministerio de Economía. (2017) *Programa Fomento de la Bioeconomía*. Argentina.
<https://www.argentina.gob.ar/agricultura/alimentos-y-bioeconomia/programa-fomento-de-la-bioeconomia>
- Ministerio de Minas e Energía. (2017). *RenovaBio*.
<https://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/acoes-e-programas/programas/renovabio>.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2020). *Ecuador promueve la bioeconomía como una estrategia para el desarrollo sostenible*.
<https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-promueve-la-bioeconomia-como-una-estrategia-para-el-desarrollo-sostenible/#:~:text=La%20bioeconom%C3%ADa%2C%20en%20nuestra%20regi%C3%B3n,la%20reactivaci%C3%B3n%20econ%C3%B3mica%20del%20pa%C3%ADs>.
- Ministry of Agriculture. (2017). *Latvian Bioeconomy Strategy 2030*.
https://knowledge4policy.ec.europa.eu/publication/latvian-bioeconomy-strategy-2030_en
- Ministry of Economic Affairs and Climate Policy. (2018). *The position of the bioeconomy in the Netherlands*.
https://knowledge4policy.ec.europa.eu/sites/default/files/NL%20BE%20Position%20Paper_en.pdf
- Ministry of Trade, Industry and Fisheries. (2016). *Familiar resources – undreamt of possibilities The Government's Bioeconomy Strategy*. <https://www.regjeringen.no/en/historical-archive/solbergs-government/andre-dokumenter/nfd/2016/regjeringens-bioekonomistrategi-kjente-ressurser--uante-muligheter/id2521997/>
- MME N° 252. (2019). Portaria N.º 252, de 17 de junho de 2019.
https://antigo.mme.gov.br/documents/36144/479118/Portaria+MME_n_252-2019_Deb%C3%AAntures+Incentivadas_Com+Alterar%C3%A7%C3%B5es.pdf/f4af4cc8-5192-10a0-29d4-2aae60dc7e38
- Montilla, M. (2019). *Carta de fecha 4 de febrero de 2019 dirigida al secretario general por el Encargado de Negocios Interino de la Misión Permanente de la República Dominicana ante las Naciones Unidas*. Naciones Unidas.
- Moya, S. (2019). *A tu servicio Oh Hussein. Las milicias chiitas y la lucha contra el Estado islámico*. CEMOAN.

- Muñoz, A. (2012). Constructivismo: La clave para el análisis de las relaciones bilaterales entre Colombia y Venezuela. Trabajo de monografía presentado como requisito parcial para optar al título de Politólogo. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales, Carrera de Ciencias Políticas. Bogotá D.C., Colombia.
- Murillo, C. (Ed.). (2011). *Hacia un nuevo siglo de las Relaciones Internacionales*. Escuela de Relaciones Internacionales.
- Naciones Unidas. (2020). *Carta de fecha 28 de julio de 2020 dirigida al secretario general y a los Representantes Permanentes de los miembros del Consejo de Seguridad por el presidente del Consejo de Seguridad*. Naciones Unidas.
- Naciones Unidas. (2021). *Objetivos de Desarrollo del Milenio*. ONU México. <https://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-de-desarrollo-del-milenio/>
- Naciones Unidas-Cambio Climático. (2018). *¿Qué es el Acuerdo de París?* <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>
- National Science Foundation. (2016). *Understanding the Rules of Life*. https://www.nsf.gov/news/special_reports/big_ideas/life.jsp
- Nye, J., y Lynn-Jones, S. (1988). International Security Studies: A Report of a Conference on the State of the Field. *International Security*, 12(4), 5–27. <https://doi.org/10.2307/2538992>
- O'Hanlon, M. (2019) Can America Still Protect its Allies? How to make Deterrence Work. *Foreign Affairs*, 98(5), 193-202.
- OAS. (2003). *VI Conferencia de los ministros de Defensa de las Américas*. Summit Americas. http://www.summit-americas.org/Quebec_Summit/Quebec-hem-security/Old%20Back%20up/hem-security-archives-confidence-span.htm#:~:text=La%20Conferencia%20Especial%20sobre%20Seguridad,de%20seguridad%20en%20las%20Am%C3%A9ricas.
- OCDE. (2009). *The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda*. OECD. <https://www.oecd.org/futures/long-termtechnologicalsocietalchallenges/thebioeconomyto2030designingapolicyagenda.htm>
- OCDE. (2013). *Perspectivas Ambientales de la OCDE hacia 2050*. OCDE. <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/49884278.pdf>

- OCDE. (2023). *Costa Rica: el fortalecimiento de las finanzas públicas, la productividad y la educación, claves para seguir progresando, según la OCDE*. <https://www.oecd.org/es/prensa/costa-rica-el-fortalecimiento-de-las-finanzas-publicas-la-productividad-y-la-educacion-claves-para-seguir-progresando-segun-la-ocde.htm>.
- Office of Science and Technology Policy. (2019, 10 de setiembre). *Request for Information on the Bioeconomy*. *Aviso*, 84 FR 47561, 47561-47562. <https://www.federalregister.gov/documents/2019/09/10/2019-19470/request-for-information-on-the-bioeconomy>
- O'Hara, I. y Glenn, D. (2017). The Economic Case For Bioeconomy Development In Australia. *Industrial Biotechnology*, 13(2), 65-68.
- OMC. (2019) *Exámenes de las políticas comerciales de la Unión Europea (restringido)*. OMC
- OMC. (2020). *Trade policies for a circular economy: what can we learn from wto experience?* https://www.wto.org/english/res_e/reser_e/ersd202010_e.pdf
- OMC. (2021). *Circular economy, economic diversification and aid for trade*. OMC. https://www.wto.org/spanish/tratop_s/devel_s/a4t_s/workshop_10june21_s.htm
- OMC. (2023). *Comercio y Cambio Climático*. OMC. https://www.wto.org/spanish/tratop_s/envir_s/climate_intro_s.htm
- ONU. (2018). Los recursos naturales causaron más del 40% de las guerras de los últimos sesenta años. *Noticias ONU*. <https://news.un.org/es/story/2018/10/1443762>
- ONU. (2019). *Economía Verde*. ONU. <https://www.unep.org/es/regiones/america-latina-y-el-caribe/iniciativas-regionales/promoviendo-la-eficiencia-de-recursos-1>
- ONU. (2021). *Security Council Fails to Adopt Resolution Integrating Climate-Related Security Risk into Conflict-Prevention Strategies*. ONU. <https://press.un.org/en/2021/sc14732.doc.htm>
- ONU-Programa para el Medio Ambiente. (2019). *Costa Rica recibe máximo galardón ambiental de la ONU por su liderazgo en la lucha contra el cambio climático*. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/costa-rica-recibe-maximo-galardon-ambiental-de-la-onu>
- OPAC UNA. (2023). *Catálogo de la UNA*. <https://opac.una.ac.cr/F?RN=651135990>
- OPS & OMS. (2020). *Cambio Climático y Salud*. OPS. <https://www.paho.org/es/temas/cambio-climatico-salud>

- Organización de las Naciones Unidas. (2021, 11 octubre). *La economía circular: un modelo económico que lleva al crecimiento*. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490082>
- Orszag, P., y Holdren, J. (2010). *Science and Technology Priorities for the FY 2012 Budget (M-10-30)*. Executive Office of the President, Office of Management and Budget. Washington, D.C. 20503.
- OTAN. (2021). Generations Of Warfare: An Outdated Concept? *The Three Swords Magazine*, (37), 71-74. https://www.jwc.nato.int/application/files/6916/3280/9811/issue37_17.pdf
- Pacheco, M. (Coord.). (2015). *Biotecnología. Motor de Desarrollo 2015*. Colciencias.
- Parlamento Europeo. (2016). *Closing the loop New circular economy package*. European Parliament. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/573899/EPRS_BRI%282016%29573899_EN.pdf
- Patermann, C., y Aguilar, A. (2018). The origins of the bioeconomy in the European Union. *New Biotechnology*, 40, 20-24. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.04.002>
- Perazzo, S. (2006). Reforma de Naciones Unidas: redimensionar el sistema de seguridad colectivo. *Revista Política y Estrategia*, 20(107).
- PNUD. (1994). *Informe sobre Desarrollo Humano*. PNUD. <https://hdr.undp.org/system/files/documents/hdr1994escompletonostatspdf.pdf>
- PNUMA y OMC. (2009). *El comercio y el cambio climático: Informe de la OMC y del PNUMA* (2009.^a ed.). OMC. <http://onlinebookshop.wto.org>
- Ponce, J. y Azamar, A. (2016). Bioeconomía ¿una opción para transitar hacia la economía verde en América Latina? *Administración y Organizaciones*, 19(37), 17-34.
- Pye, O. (2018). Commodifying sustainability: Development, nature and politics in the palm oil industry. *World Development*, 1-11.
- Ramírez, I. (2017). La bioeconomía y el cambio climático: nuevo paradigma mundial. Muuch' Xiimbal. *Caminemos Juntos*, (5), 145-155.
- Recillas, D. (2022, 12 de agosto). Desplazamiento, degradación de los ecosistemas y extinción de prácticas culturales: principales afectaciones del extractivismo. UNAM. <https://www.iis.unam.mx/blog/desplazamiento-degradacion-de-los-ecosistemas-y-extincion-de-practicas-culturales-principales-afectaciones-del-extractivismo/>

- RECOPE (Refinadora Costarricense de Petróleo). (2023) *Análisis del Proyecto Gasolina con Etanol (Primer informe de avance)*. RECOPE. <https://www.recope.go.cr/wp-content/uploads/2023/09/Informe-Etanol-I-avance-2023.pdf>
- Republic of Austria. (2019). *Bioeconomy A Strategy for Austria*. <https://www.bmk.gv.at/en/topics/climate-environment/climate-protection/bioeconomy/strategy.html>
- République Française. (2017). La stratégie nationale bioéconomie: remettre la photosynthèse au cœur de notre économie. *Ministre de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt*. <https://agriculture.gouv.fr/la-strategie-nationale-bioeconomie-remettre-la-photosynthese-au-coeur-de-notre-economie>
- République Française. (2018). *Une stratégie bioéconomie pour la France - Plan d'action 2018-2020*. <https://agriculture.gouv.fr/une-strategie-bioeconomie-pour-la-france-plan-daction-2018-2020>
- Rey, D. (2019). Bioética y bioeconomía: disciplinas para supervivencia del mundo planetario. *Revista Trilogía*, 11(20), 177-203. <https://doi-org.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/10.22430/21457778.1217>
- Roach, S. C. (2013). Critical Theory. In T. Dunne, M. Kurki, & S. Smith (Eds.), *International Relations Theories: Discipline and Diversity* (3rd ed., pp. 171-186). Oxford University Press.
- Roco, M. (2011). The long view of nanotechnology development: the National Nanotechnology Initiative at 10 years. *Journal of Nanoparticle Research*, 13(2), 427-445. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-1168-6_1
- Rodríguez, A., Mondaini, A., y Hitschfeld, M. (2017). *Bioeconomía en América Latina y el Caribe Contexto global y regional y perspectivas*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42427/1/S1701022_es.pdf
- Rodríguez-Quesada, V. (2022). *Las condiciones jurídicas para la participación de las mujeres en el proceso de paz en Afganistán durante el período 2020-2021* [tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica]. <https://ijj.ucr.ac.cr/sites/default/files/2023-04/6.Tesis%20de%20licenciatura%20para%20graduaci%C3%B3n.pdf>

- Ronzon, T., Iost, S., y Philippidis, G. (2022). Has the European Union entered a bioeconomy transition? Combining an output-based approach with a shift-share analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 24, 8195–8217. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-021-01780-8>
- Sadhukhan, J., Martínez-Hernandez, E., Murphy, R., Ng, D., Hassim, M., Siew, K. y Andiappan, V. (2018). Role of bioenergy, biorefinery and bioeconomy in sustainable development: Strategic pathways for Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(2), 1966-1987.
- Santos, A. (2021). *Estudio bioeconómico del efecto de la fertilización química versus orgánica sobre la producción del pasto camerún (Pennisetum purpureum) en la finca Montezuma, Guanacaste, Costa Rica* [tesis de maestría, Universidad Nacional]. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/20344>
- Sarmiento, J. (2022) La Bioeconomía en Argentina: Revisión de definiciones y aspectos clave para su estudio. *Revista de Economía Políticas de Buenos Aires*, 25(16)
- Seaboard. (2023). *Huella de carbono*. https://www.seaboard.com.ar/negocio/nuestra-sostenibilidad/huella-de-carbono#:~:text=Absorbemos%2010%20veces%20m%C3%A1s%20CO2%20del%20que%20emitimos*&text=La%20nafta%20emite%20%2C272%20kg,k%20de%20CO2%20por%20litro
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2018. (2019). *Agroindustria impulsa el desarrollo a través de la Bioeconomía*. Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/agroindustria-impulsa-el-desarrollo-traves-de-la-bioeconomia>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2018). *Bioeconomía*. Argentina. <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bioeconomia/>
- Segura, D., y López, A. (2011). La ampliación vertical y horizontal del concepto de seguridad. En C. Murillo (Ed.). *Hacia un nuevo siglo de las Relaciones Internacionales* (pp. 137-160). Escuela de Relaciones Internacionales.
- Segura, D., y Matul, D. (2013). *Seguridad: perspectivas teóricas y su evolución reciente*. *Relaciones Internacionales*, 86(2), 99-116. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ri/article/view/6914>

- SIBDI UCR. (2023). Catálogo de la UCR. <https://aleph.sibdi.ucr.ac.cr/F>
- SIBITEC. (2023). Catálogo de la TEC. <https://biblioteca.tec.ac.cr/F/-/?func=find-b>
- Simons, G. (2010). Fourth Generation Warfare and The Clash Of Civilizations. *Journal of Islamic Studies*, 21(3), 391-412. <http://www.jstor.org/stable/26200766>
- SIPRI. (2021). *SIPRI Military Expenditure Database*. <https://milex.sipri.org/sipri>
- Skoog, O. (2018). *Carta de fecha 30 de julio de 2018 dirigida al secretario general por el Representante Permanente de Suecia ante las Naciones Unidas*. Naciones Unidas.
- Sodupe K. 2003. *La teoría de las relaciones internacionales a comienzos del siglo XXI*. Universidad del País Vasco.
- Sterling-Folker, J. (2013). Neoliberalism. In T. Dunne, M. Kurki, & S. Smith (Eds.), *International Relations Theories: Discipline and Diversity* (3rd ed., pp. 114-131). Oxford University Press.
- SWI swissinfo.ch - unidad empresarial de la sociedad suiza. (2023). *Costa Rica apunta a mezclar combustible con un 8 % de etanol en 2026*. <https://www.swissinfo.ch/spa/costa-rica-apunta-a-mezclar-combustible-con-un-8-de-etanol-en-2026/48410096#:~:text=El%20viceministro%20explic%C3%B3%20que%20el,estatal%20de%20importaci%C3%B3n%20de%20combustibles>.
- Tarhan, K. (2018). Politización de los Problemas Ambientales Globales y Análisis Dentro de las Teorías de las Relaciones Internacionales. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanísticas*, 2(1), 152-170. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijshs/issue/39160/460862>
- Tarzwel, M. (2018). *Third-Generation Warfare and The War In The Trenches*. Defensa Nacional de Canadá. <https://www.cfc.forces.gc.ca/259/290/402/305/tarzwel.pdf>
- Tenorio, M. (2009) The evolution of the security concept and the transformation of the collective security in the UN. *Criterios. Cuadernos de Ciencias Jurídicas y Política Internacional*, 2(2), 171-197.
- The Networking and Information Technology Research and Development (NITRD) Program. (2012). *2012 Strategic Plan*. https://www.nitrd.gov/pubs/strategic_plans/2012_nitrd_strategic_plan.pdf
- The White House. (2012). *National bioeconomy blueprint*. https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf

- The White House. (2016). *Precision Medicine*. <https://obamawhitehouse.archives.gov/precision-medicine>
- The White House. (2017). *Coordinated Framework for the Regulation of Biotechnology - 2017 Update*.
- The White House. (2019). *FACT SHEET: Biden Administration Advances the Future of Sustainable Fuels in American Aviation*. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/09/09/fact-sheet-biden-administration-advances-the-future-of-sustainable-fuels-in-american-aviation/>
- The White House. (2019). *Summary of the 2019 White House Summit on America's Bioeconomy*. <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2019/10/Summary-of-White-House-Summit-on-Americas-Bioeconomy-October-2019.pdf>
- Torroba, A y Orozco, R. (2023). *El estados de los biocombustibles líquidos en las Américas 2023*. IICA.
- Torroba, A., y Brenes-Porras, C. (2022). *Estado de los biocombustibles líquidos en las Américas 2022*. IICA.
- Torroba, A., y Orozco-Montoya, R. (2023). *Atlas de los biocombustibles líquidos 2022-2023*. IICA
- Twfiak, F. (2020). *The Development of Warfare Through Seven Generations: Cyber-Attacks and impacts on international Relations*. IAF. <https://www.ia-forum.org/Files/BNMWSM.pdf>
- U.S. Department of Commerce. (2017). *Task Force on Agriculture and Rural Prosperity*. <https://2017-2021.commerce.gov/tags/task-force-agriculture-and-rural-prosperity.html>
- U.S. Department of Energy. (2016). *2016 Billion-Ton Report: Advancing Domestic Resources for a Thriving Bioeconomy (Vol. 1: Economic Availability of Feedstocks)*. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee. Managed by UT-Battelle, LLC for the U.S. Department of Energy. <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/articles/2016-billion-ton-report-advancing-domestic-resources-thriving-bioeconomy>
- U.S. Grains Council. (2023). *Council's LTA Office Seeks To Debunk Myths, Misconceptions About Ethanol In Costa Rica, Central America*. <https://grains.org/councils-lta-office-seeks-to-debunk-myths-misconceptions-about-ethanol-in-costa-rica-central-america/>
- U.S. Senator Ed Markey of Massachusetts. (2023). *Ocasio-Cortez reintroduce Green new deal resolution*. Edward Markey. <https://www.markey.senate.gov/news/press-releases/markey-and-ocasio-cortez-reintroduce-green-new-deal-resolution>

- United States Congress (2011). *America Invents Act*. <https://www.congress.gov/bill/112th-congress/senate-bill/23>
- Universidad de los Andes. (2021, 13 de julio). *Preocupa que América Latina opte por el extractivismo para su recuperación económica*. <https://uniandes.edu.co/es/noticias/ambiente-y-sostenibilidad/preocupa-que-america-latina-opte-por-el-extractivismo-para-su-recuperacion-economica#:~:text=Como%20consecuencia%20del%20extractivismo%20se,zonas%20en%20donde%20se%20realiza%E2%80%9D>.
- Universidad Nacional de Costa Rica. (2021). *Programa UNA-Bioeconomía. Vigencia: 01-Julio-2021 al 31-Julio-2025. Código: 0185-21*. <https://www.investigacion.una.ac.cr/bioeconomia>
- Universidad Politécnica de Madrid. (2020). *Publicación de documentación y datos con cargo a proyectos de la Unión Europea: Horizonte Europa, H2020 y FP7*. <https://oa.upm.es/help/union-europea.html#:~:text=FP7%20%2F%20S%C3%A9ptimo%20Programa%20Marco&text=Bajo%20este%20piloto%2C%20se%20espera,generen%20en%20un%20repositorio%20institucional>
- USDA (2024). *Biorefinery, Renewable Chemical, and Biobased Product Manufacturing Assistance Program*. <https://www.rd.usda.gov/programs-services/energy-programs/biorefinery-renewable-chemical-and-biobased-product-manufacturing-assistance-program>
- USDA. (2021). *USDA Releases Economic Impact Analysis of the U.S. Biobased Products Industry*. <https://www.usda.gov/media/press-releases/2021/07/29/usda-releases-economic-impact-analysis-us-biobased-products>
- Vargas, M. (2017). *Evaluación de un fertilizante compuesto por una mezcla de efluente de biodigestor más urea versus urea, sobre variables tanto del suelo como de la producción del pasto kikuyo (Kikunocloa clandestina) en fincas lecheras de Santa Cruz de Turrialba y Pacayas de la provincia de Cartago*. [tesis de licenciatura, Universidad Nacional]. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/14188>
- Walzer, M. (2001). *Guerras justas e injustas. Un razonamiento moral con ejemplos históricos*. Paidós

Zakaria, F. (2019) The self-destruction of American Power: Washington Squeaded the Unipolar Moment. *Foreign Affairs*, 98(4), 10-16.

Zúñiga, A., Cabezas, E., y Pérez, E. (2018). La Bioeconomía en el Mundo Moderno: una revisión de literatura desde los 5 continentes. *Revista Pensamiento Americano*, 11(22), 257–273.
<https://publicaciones.americana.edu.co/index.php/pensamientoamericano/article/download/278/345/386>