UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

CARRERA DE RELACIONES INTERNACIONALES

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA EN RELACIONES INTERNACIONALES CON ÉNFASIS EN COMERCIO EXTERIOR.

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

ANÁLISIS DE LA IMPORTANCIA DE LA BIOECONOMÍA AVANZADA COMO MODELO DE DESARROLLO INDUSTRIAL Y SOSTENIBLE SOBRE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA REPÚBLICA DE COSTA RICA DURANTE EL PERIODO 2017-2023.

SUSTENTANTE:

TATIANA VINDAS MIRANDA

TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN:

MGRT. JOSUÉ ABARCA ANCHÍA.

SEDE ARANJUEZ, SAN JOSÉ

FEBRERO, 2025

AGRADECIMIENTOS

En la vida uno encuentra personas que te marcan para siempre y es por lo que hoy quiero agradecer a tres profesores de mi carrera y una compañera de estudios.

A la profesora Irene Rodríguez, a quien admiro como docente, mujer y persona, le agradezco por sus enseñanzas, su fortaleza y su nivel de exigencia en búsqueda de que seamos mejores personas, profesionales y ciudadanos comprometidos con nuestro país.

Al Profesor Josué Abarca y a la Profesora Nicole Muñoz, quienes, en un momento muy vital de la carrera, con sus palabras y motivación, me enseñaron una nueva perspectiva de la carrera y me ayudaron a definir lo que hoy es para mí el mejor camino a nivel profesional, gracias por sus aportes y consejos, por exigirme a ser mejor, a motivarme a salir de mi área de confort, por acompañarme durante todo el proceso pero ante todo gracias, ¡por culminar a mi lado en este gran reto! Los guardaré en mi corazón siempre.

Finalmente, quisiera agradecer a una compañera y futura colega, la Srita. Betzabé Montes Canales, quien en el fondo no tiene idea lo importante y vital que fue durante este proceso para mí. Gracias por siempre estar, por acompañarme, apoyarme y escucharme durante todos estos años. ¡Te deseo muchos éxitos en el camino y que llegues muy alto!

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por darme la oportunidad de estudiar y cumplir este gran sueño para poder realizarme como persona y profesional.

A mis papás, Daisy Luis, quienes siempre me inculcaron el valor de una familia, del estudio, de esforzarse, de no rendirse para cumplir todas las metas propuestas y de siempre buscar un futuro mejor.

A mi esposo, Tommy, mis ojos, mis oídos, mi mano derecha y mi bastón, por apoyarme y motivarme cada día para que pudiera cumplir este gran reto y sueño.

Y a mi hermana del alma, Gaby, quien con su apoyo, paciencia, motivación y consejo permitió que hoy finalmente pudiera culminar con éxito este proceso.

¡LOS AMO!

RESUMEN EJECUTIVO

La bioeconomía se define como el conjunto de procesos económicos que utilizan recursos biológicos, incluidas la biodiversidad, los ecosistemas y los residuos orgánicos, para la producción de bienes y servicios. Este enfoque busca promover un modelo de desarrollo sostenible, que minimice el impacto ambiental y maximice el uso eficiente de los recursos.

Para lograr esto, se propone que el tema de la bioeconomía sea asumido desde la óptica de las Relaciones Internacionales con énfasis en Comercio Exterior, pues esta le brinda a Costa Rica un sin número de oportunidades para mejorar sus relaciones comerciales a nivel internacional y potenciar el mercado interno de la bioeconomía.

En este sentido, este estudio constituye un abordaje innovador. Así las cosas, el objetivo general de la investigación es encontrar analizar la importancia de la bioeconomía avanzada como modelo de desarrollo industrial y sostenible sobre los sistemas productivos de la República de Costa Rica durante el periodo 2017-2023. 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 divido en cinco partes. En el primer capítulo, se introduce al tema y se plantea el problema por investigar. En el segundo capítulo, se desarrollan todas las bases científico teóricas del tema en cuestión. En el tercero, se desarrolla el marco metodológico con que se desarrolla la misma. En el cuarto, se estudia el desarrollo de la bioeconomía en Costa Rica y realiza un análisis con los entrevistados y población seleccionada sobre el tema. En el quinto, se presentan las conclusiones y hallazgos más importantes que ha arrojado la investigación realizada y se brindan 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.

Palabras clave: Economía Circular, Desarrollo Sostenible, Clusters, Innovación, Relaciones Internacionales, Comercio Exterior.

Tabla de contenido

CAPITULO I – INTRODUCCIÓN *10*

Introducción **10**

1.1 Planteamiento del Problema **11**

1.2 Objetivos **14**

1.2.1 Objetivo General 14

1.2.2 Objetivo Específicos 14

1.3 Justificación **14**

1.4 Antecedentes **17**

1.4.1 Antecedentes Internacionales 17

1.4.2 Antecedentes Nacionales 19

1.5 Proyecciones **20**

CAPITULO II - MARCO TEÓRICO *23*

2.1 Concepto de Bioeconomía 23

Liberalismo ***28***

Realismo ***29***

Constructivismo ***29***

Institucionalismo neoliberal ***29***

Gobernanza global ***30***

Economía política internacional (IPE) ***30***

Ambientalismo (Teoría verde) ***31***

Poscolonialismo ***31***

2.8 Cambio en la estructura de las exportaciones 44

Perfiles de las exportaciones de la bioeconomía 47

2.9 Marco Regulatorio de la Bioeconomía en América Latina **48**

Argentina 48

Brasil 49

Colombia 51

Costa Rica 52

2.10 Oportunidades y desafíos **57**

Oportunidades 57

Desafíos 58

Limitaciones 59

Necesidades 60

CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO *62*

3.1 Enfoque **62**

3.2 Diseño **62**

3.3 Las Fuentes de Información **63**
3.3.1 Fuentes Primarias 63
3.3.2 Fuentes Secundarias 64

3.4 Población **64**

3.5 Unidad de Análisis **67**

3.6 Instrumentos **67**
3.6.1 Revisión Bibliográfica 68
3.6.2 Entrevista profesional 68

3.7 Recolección **69**

CAPITULO IV – ANÁLISIS DE DATOS *71*

CAPITULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES *117*

ANEXOS *124*
Sección 1: Datos Generales 124
Sección 2: Importancia de la Bioeconomía Avanzada 124
Sección 3: Desarrollo Industrial y Sostenible 125
Sección 4: Sistemas Productivos de Costa Rica 126
Sección 5: Marco Político y Regional 126
Bloque 1: Conocimiento y Experiencia en Bioeconomía Avanzada 127
Bloque 2: Impacto en los Sistemas Productivos 127
Bloque 3: Desarrollo Industrial y Sostenible 127
Bloque 4: Marco Político y Regulatorio 128
Bloque 5: Perspectivas Futuras 128
Bloque 6: Comentarios Finales 128

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS *129*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Elementos de la bioeconomía..... 25
Figura 2: Evolución de iniciativas para el desarrollo de la bioeconomía en Costa Rica..... 36
Figura 3 Evolución de iniciativas para el desarrollo de la bioeconomía en Costa Rica..... 48
Figura 4 Principios y marco de políticas públicas de la Estrategia Nacional de Bioeconomía Costa Rica..... 54
Figura 5 Fases de implementación de la Estrategia Nacional de Bioeconomía. 57
Figura 6 Relaciones entre la biotecnología, la bioeconomía circular y el Desarrollo 82
Figura 7 Bioeconomía y la Agenda de Desarrollo 2030 83
Figura 8 Sectores según los ejes de acción de la Estrategia Nacional de Bioeconomía..... 95
Figura 9 Costa Rica. Estimaciones sobre el giro central de biotecnología, 2018..... 111
Figura 10 Costa Rica. Expectativas del mercado bioactivos en alimentos funcionales y nutracéuticos..... 112
Figura 11 Costa Rica. Limitaciones de la bioeconomía identificadas por la Estrategia Nacional de Bioeconomía..... 113
Figura 12 Desafíos para la implementación de la bioeconomía en los sectores productivos de Costa Rica..... 114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ejes de la Bioeconomía 26
Tabla 2 Tabla comparativa entre el Programa de Bioeconomía y los Objetivos de Desarrollo Sostenible..... 40
Tabla 3 Categorías de exportación de la bioeconomía 44
Tabla 4 Exportaciones de la bioeconomía según sector 45
Tabla 5 Funcionarios Entrevistados 65
Tabla 6 Senderos Productivos de la Bioeconomía 81
Tabla 7 Tipos de Bioeconomía en Costa Rica 84
Tabla 8 Acciones en la producción agropecuaria sostenible y con descarbonización fósil . 96
Tabla 9 Alimentos e ingredientes con valor agregado y atributos de diferenciación 96
Tabla 10 Biodiversidad y desarrollo 97
Tabla 11 Producción de bioenergía, biomasa residual y y bioproductos avanzados de alto valor 98
Tabla 12 Bioeconomía avanzada 99
Tabla 13 Acciones en la bioeconomía urbana y ciudades verdes 101
Tabla 14 Actores de la Bioeconomía 104

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1¿Cuál es su sector de trabajo? 78
Gráfico 2 ¿Conoce el concepto de bioeconomía avanzada? 79
Gráfico 3 ¿Entiende qué significa desarrollo industrial sostenible? 79
Gráfico 4 ¿Considera que la bioeconomía avanzada es un modelo clave para el desarrollo industrial y sostenible en Costa Rica? 88
Gráfico 5 ¿En qué sectores productivos cree que la bioeconomía avanzada ha tenido mayor impacto en Costa Rica? 89
Gráfico 6 ¿Cómo calificaría el impacto de la bioeconomía avanzada en la sostenibilidad ambiental de Costa Rica? 90
Gráfico 7 ¿Cree que la bioeconomía avanzada ha contribuido al desarrollo industrial sostenible en Costa Rica? 91
Gráfico 8 ¿Qué beneficios ha traído la bioeconomía avanzada al sector industrial costarricense? 92
Gráfico 9 ¿Qué tan importante es la bioeconomía avanzada para la competitividad internacional de Costa Rica? 92
Gráfico 10 ¿Cómo ha influido la bioeconomía avanzada en los sistemas productivos agrícolas de Costa Rica? 93
Gráfico 11 ¿Cree que las políticas públicas de Costa Rica han fomentado adecuadamente la bioeconomía avanzada? 106
Gráfico 12 ¿Qué tan importante es el marco político regional (América Latina) para la implementación de la bioeconomía avanzada en Costa Rica? 107
Gráfico 13 ¿Qué políticas o estrategias regionales cree que han sido más efectivas para promover la bioeconomía avanzada? 108

CAPITULO I – INTRODUCCIÓN

Introducción

La bioeconomía nace por la filosofía de Nicholas Georgescu-Roegen, estadista, matemático y economista quien transciende los límites del análisis económico para realizar propuestas bioeconómicas debido a que el crecimiento económico parecía más un problema que una solución, lo que ameritaba una necesidad de reorganización y reinvención de las actividades económicas y productivas de las sociedades industriales.

Este proceso de reorganización requiere de un cambio cultural, institucional, político y social para dejar de lado un comportamiento mecánico y unidireccional e integrarlo a una red compleja de aspectos físicos y socioculturales de acceso mínimo a los recursos necesarios para la vida y, por tanto, a la disminución de la destrucción del medio ambiente a raíz del agotamiento de sus recursos naturales.

El término de bioeconomía se popularizó en las últimas décadas debido a que se convierte en una alternativa innovadora para hacer un uso sostenible de la biodiversidad, puesto que se busca promover los procesos productivos, su utilización y conservación de los recursos al desplazarse hacia un desarrollo sostenible a partir de los productos, servicios y productos que aporten a todos los sectores económicos del país.

La bioeconomía busca promover y potenciar el desarrollo socioeconómico del país a través de la generación de cadenas de valor con el fin de garantizar y amparar los derechos humanos como la protección al entorno que rodea, aumentar la productividad y competitividad de las empresas, la creación de nuevos empleos y negocios verdes o ecológicos y la incorporación de nuevas tecnologías en los diferentes sectores.

Tanto en América Latina como Costa Rica se tiene gran potencial para el desarrollo de la bioeconomía, en vista de la amplia variedad de recursos biológicos que incluye la agrodiversidad debido al ecosistema único que poseen. Por ser reconocida por su potencial para la expansión de su frontera agrícola se puede aprovechar para incrementar la producción de biomasa; además de la nueva disponibilidad de desechos agrícolas y agroindustriales generando nuevas opciones y oportunidades para el desarrollo agrícola, rural y la creación de empleos de calidad.

La bioeconomía en Costa Rica se enmarca dentro de la estrategia de crecimiento verde del país y se articula sobre sus ejes integradores para el desarrollo rural, para la biodiversidad y bioturismo, en la biorefinería de residuos y biomanfactura, con la bioeconomía avanzada y con la bioeconomía urbana y ciudades verdes.

Los recursos estratégicos para el desarrollo de la bioeconomía en la región y en la República de Costa Rica, conllevan a la implementación de este modelo en conjunto de una coordinación institucional y política para potenciarse de una manera equitativa buscando generación de alto valor a la producción desde la sostenibilidad ambiental, social y económica bajo los principios de inclusión, innovación y el uso eficiente de los recursos en el marco de la Estrategia Nacional de Bioeconomía Costa Rica 2020-2030.

Por lo tanto, a partir de este trabajo se pretende analizar la importancia de la bioeconomía avanzada como modelo de desarrollo industrial inclusivo y sostenible sobre los sistemas productivos de la República de Costa Rica durante el periodo 2017-2023; mediante la definición del concepto de bioeconomía con sus ejes estratégicos y su grado de desarrollo sobre los sistemas productivos y la valoración del desarrollo económico de la bioeconomía avanzada como modelo de desarrollo industrial inclusivo y sostenible.

Por otra parte, se busca analizar el impacto de las estrategias y políticas públicas sobre la bioeconomía y los sistemas productivos y sostenibles en el país e investigar las oportunidades, implicaciones y desafíos presentes para el desarrollo de una bioeconomía avanzada sobre los sistemas productivos en la República de Costa Rica.

1.1 Planteamiento del Problema

La actividad humana se ha modificado desde el siglo XIX. Con el impacto del cambio climático sobreviene una sobreexplotación de recursos naturales y por tanto una pérdida en la biodiversidad, disminución en la producción y cambios en los flujos migratorios. Ante esta creciente preocupación la comunidad internacional ha buscado y planteado nuevas formas de desarrollo para asegurar un acceso sostenible a los mismos.

Anteriormente se hablaba de economía circular y economía verde, porque su objetivo en común era disminuir la huella carbono con el fin de mejorar la equidad social y el bienestar

humano además de minimizar la gestión de los residuos buscando aspectos de sostenibilidad a través del tiempo. Uno tenía un enfoque más sociológico mientras que el otro, además de tener orígenes biológicos desarrolla estrategias para utilizar los recursos naturales eficientemente.

Es así como se ha establecido que la bioeconomía es un nuevo paradigma para el desarrollo, manejo, conservación y uso de los recursos biológicos; también en el área de investigación, innovación y conocimiento, uso de nuevas tecnologías, energías renovables y desarrollo sostenible. Este nuevo paradigma se da ante la necesidad de evolucionar hacia un nuevo sistema económico basado en el conocimiento, innovación y la integración de productos sostenibles, nuevos y eficientes sin alterar la sostenibilidad del planeta.

La bioeconomía se define como la producción, utilización y conservación de los recursos biologicos (tanto marítimos como terrestres); mediante la utilizacion de conocimientos y tecnologias con el fin de lograr un desarrollo sostenible y/o avanzar hacia una economia sostenible.

Estos tres factores se trabajan con el fin de lograr una mejor capacidad productiva, aprovechar las oportunidades existentes y emergentes para transformar el conocimiento en nuevos productos sostenibles y más competitivos para mejorar el desarrollo social y económico para avanzar hacia una economía sostenible.

El plan de acción que enmarca los diescisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible con la Agenda 2030, sugiere que los objetivos pueden beneficiarse de la bioeconomía puesto lo que se busca es una infraestructura más sostenible promoviendo el crecimiento económico sustentable; fomentando la salud y el bienestar mediante la accion climática; influyendo en la reducción de desigualdades mediante el acceso y consumo con una producción responsable.

La bioeconomía promueve niveles de competitividad y productividad, promueve los procesos de gobernanza y equidad. Al ser la bioeconomía un proceso multidimencional de desarrollo sostenible, cultura y viabilidad política, en una región como América Latina con un gran potencial para el desarrollo como una alternativa de producción y valor agregado en las cadenas de producción, sirve de base para el desarrollo de estrategias nacionales y

regionales en el área y de impacto sobre las exportaciones generando divisas al país y la región.

Más de cincuenta países han implementado iniciativas estratégicas hacia la bioeconomía, entre ellos Colombia, Brasil, Ecuador, Argentina y Costa Rica. Representando una transición importante hacia el desarrollo sostenible, estableciéndose con una iniciativa dinámica y resilente, capaz de adaptarse a los cambios políticos y mantenerse vigente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

De esta manera Costa Rica apuesta por avanzar hacia una ruta de desarrollo sostenible basado en la bioeconomía convirtiéndose en una alternativa muy prometedora para potenciar al país con una producción sostenible de alto valor agregado en todos sus ejes, centrado en el desarrollo y aprovechamiento justo y equitativo de su biodiversidad, uso circular de su masa y en el proceso de innovación biotecnológica.

Al existir un potencial de desarrollo de una bioeconomía industrial, sostenible e inclusiva en la región, pero sobre todo en el país, ésta se puede ver obstaculizada por la falta de marcos regulatorios y de preparación sobre capacitaciones con las empresas relacionadas; es en este punto donde radica la importancia de fortalecer la cooperación no sólo internacional sino interregional para el desarrollo e innovación y diversificación de productos en el país y en América Latina.

Con una adecuada estrategia en la bioeconomía debe existir paralelamemente un compromiso político sobre las iniciativas propuestas y los sectores económicos relacionados, así como una mejora en los mercados y su competitividad, de manera que se brinde las mayores bases sobre el desarrollo de los sistemas productivos sostenibles y, por tanto, se promueva su aplicación sobre investigación y nuevas capacitaciones sobre los interesados.

Por esta razón es que se plantea el problema en cuestión sobre: ¿Cómo ha influido la bioeconomía avanzada en la transformación de los sistemas productivos de Costa Rica hacia un modelo de desarrollo industrial sostenible durante el período 2017-2023, y qué papel ha jugado el marco político de bioeconomía en América Latina en este proceso?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Analizar la importancia de la bioeconomía avanzada como modelo de desarrollo industrial y sostenible sobre los sistemas productivos de la República de Costa Rica durante el periodo 2017-2023.

1.2.2 Objetivo Específicos

1. Definir el concepto de bioeconomía con sus ejes estratégicos sobre los sistemas productivos en la República de Costa Rica.
2. Explicar el desarrollo económico de la bioeconomía avanzada como modelo de desarrollo industrial y sostenible sobre los sistemas productivos en la República de Costa Rica durante el periodo 2017-2023.
3. Determinar el impacto de las estrategias y políticas públicas sobre la bioeconomía en los sistemas productivos en la República de Costa Rica.
4. Describir las oportunidades y desafíos presentes para el desarrollo de una bioeconomía avanzada sobre los sistemas productivos en la República de Costa Rica.

1.3 Justificación

El mundo enfrenta una serie de grandes desafíos ambientales, económicos y sociales que deben ser atendidos si se quiere asegurar un futuro con bienestar. Con la adopción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la puesta en marcha de la Agenda 2030 como respuesta al cambio climático progresivo y a las desigualdades sociales, la comunidad mundial ha buscado promover un futuro con sostenibilidad social, ambiental y económica, para lo cual se requiere de un desarrollo innovador que genere más tecnologías y métodos eficientes para incrementar la productividad sin amenazar la biodiversidad del planeta.

La bioeconomía es una respuesta a cuatro retos globales emergentes y convergentes: 1) el incremento de la población mundial (nueve billones de personas para 2050) 2) el aumento en la demanda global de biomasa (al menos un 60 % por encima de los índices

actuales), que agrava la escasez de recursos naturales; 3) la evidencia creciente de que la era del petróleo y la energía barata está por acabar, y 4) las preocupaciones sobre el cambio climático. Esta situación evidencia que continuar con el mismo modelo de desarrollo no es una opción y que la bioeconomía será una herramienta indispensable para cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. (Hodson *et al*., 2019)

Bajo esta premisa, desde finales del siglo XX fue surgiendo y tomando cada vez más fuerza en el mundo el concepto de la bioeconomía, también conocida como la economía verde o biológica, que se puede definir como un proceso de transformación social altamente dinámico y complejo, con perspectivas de políticas a largo plazo y de cambios sociales. Éste permite explorar cómo se pueden utilizar más eficiente y sosteniblemente los recursos y procesos biológicos a partir de los nuevos conocimientos, tecnologías e información disponibles.

América Latina posee una gran riqueza biológica que permite a la región convertirse en protagonista, si así lo quisiera, ante un escenario marcado por el impacto del cambio climático y un consumo de los recursos naturales existentes. Esto es importante puesto que se convierte en una alternativa innovadora para hacer un uso sostenible de la biodiversidad. Es decir, se puede promover la producción, utilización y conservación de los recursos biológicos hacia un desarrollo sostenible a partir de productos, procesos y servicios que aporten a todos los sectores económicos de un país o una región.

La extraordinaria riqueza en biodiversidad de esta región del mundo y su gran capacidad de producción de biomasa, ofrecen un enorme potencial para la producción y transformación de productos y representa una coyuntura estratégica para promover la diversificación productiva agrícola y agroindustrial. Para ello, es necesario potenciar las capacidades regionales y fortalecer la cooperación científica en biotecnología y otras tecnologías habilitantes (nanotecnología, tecnologías informáticas), promover actividades en bioenergías y la adición de valor a la producción primaria, así como diversificar la base de las economías regionales. Paralelamente, es necesario encausar acciones de reducción de las emisiones y de mitigación y adaptación al cambio climático a lo largo de las cadenas de valor (Rodríguez *et al*., 2017).

Para aprovechar dicha corriente se requiere de un conocimiento adecuado sobre los recursos naturales, se requiere de la disposición tecnológica y científica y la valoración del potencial del mercado; pero sobre todo de la aceptación del nuevo producto por los consumidores. Todo este proceso contribuye en la diversificación de las economías sostenibles y genera valor agregado a las cadenas de valor y a la reducción de las diferencias sociales y territoriales de la región.

Aunque el concepto de bioeconomía es reciente, varios países ya lo han implementado y han logrado avances muy significativos en la materia siendo actuales líderes que van más allá de la experiencia donde han logrado una transformación de las relaciones en la producción, industrialización y consumo con respecto a materia tradicional.

Ejemplo de lo anterior es la República de Costa Rica que se proyecta como un país con un medio para la diversificación productiva de los sectores económicos primarios y el establecimiento de nuevos modelos productivos que han permitido iniciativas en el desarrollo de nuevos productos y el crecimiento económico con la generación de nuevos empleos, desarrollo de cadenas productivas y tecnologías sostenibles creando las condiciones necesarias para fomentar economías a mayor escala y fortaleciendo la necesidad de la cooperación internacional para el desarrollo de la misma.

Costa Rica es el primer país en publicar una estrategia nacional dedicada a la bioeconomía en agosto del 2020. Dicha estrategia se propone como una solución a las diferencias socioeconómicas y al establecimiento de prioridades del gobierno como, por ejemplo, la cobertura de las necesidades básicas de la población, balance entre el crecimiento económico y la mejora del bienestar social; además de una integración que va más allá de la descarbonización, enfocándose en el valor agregado y la inclusión social, siendo esto esencial para la creación de empleos verdes de calidad.

Desde entonces, la transición hacia una economía basada en la biodiversidad ha ayudado a consolidar el turismo ecológico y la agricultura orgánica del país, entre otros. Convirtiéndose en un país líder en el fomento del desarrollo sostenible, debido a la importancia que le da el gobierno al ambiente y a las formas de instaurar una economía que contemple un vínculo con las prácticas proambientales. Como anota el expresidente Carlos Alvarado: “la estrategia busca construir una Costa Rica con producción sostenible de alto

valor agregado, basada en el aprovechamiento justo y equitativo de su biodiversidad, aumentar los esfuerzos biotecnológicos, que permita una transformación productiva, basada en el conocimiento" (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2020).

Costa Rica no está partiendo desde cero, pese a que se desconoce el concepto de bioeconomía en sí; ya varios sectores lo ponen en práctica: en el sector agroindustrial hay empresas que con pocos recursos están haciendo esfuerzos importantes por implementarlo, pero el reto ahora es potenciarlos desde las organizaciones públicas y privadas y los organismos de cooperación internacional.

La bioeconomía en Costa Rica enfrenta desafíos multidimensionales que demandan un manejo estratégico integrado. Institucionalmente, se requiere de esfuerzos entre los gobiernos, las instituciones y los sectores económicos, sustentados por marcos regulatorios que deben ser flexibles y que faciliten una implementación eficiente y sostenible. Pero debe aprovechar también, la oportunidad de fortalecer su ecosistema de innovación, reafirmando su compromiso con un futuro sostenible y resiliente.

De esta manera este documento pretende demostrar el máximo beneficio que presentan todos los sectores de la bioeconomía (pues son interdependientes), como medio para identificar los factores en marco político, institucional y social que son necesarios en el camino hacia la sostenibilidad y a su vez identificar las limitaciones, necesidades y oportunidades que se presentan con el desarrollo de la bioeconomía especialmente en el país sobre todo en el marco del sistema productivo.

1.4 Antecedentes

1.4.1 Antecedentes Internacionales

La organización sin fines de lucro Global Bioeconomy Summit en Abril del 2018, publicó el documento "Innovación en la bioeconomía global para la transformación y el bienestar sostenibles e inclusivos" donde definió la bioeconomía como la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, incluidos los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados, para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible.

También en el 2018, la Oficina de Montevideo en su II Foro Abierto de Ciencias Latinoamérica y Caribe publica su artículo "Bioeconomía: hacia una lógica productiva sostenible" en el que comenta sobre el paradigma de la Bioeconomía, sobre la base la biotecnología, nanotecnología, y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), donde se propone avanzar hacia una visión y abordaje más biológico de los desafíos del desarrollo.

Por otra parte, el artículo publicado por Aguilar *et al*, el 20 de mayo del 2019, llamado "Bioeconomía para el Desarrollo Sostenible" comenta que la bioeconomía ha construido puentes entre la economía, la biotecnología y la ciencia, aprovechando los elementos científicos desde orígenes ancestrales hasta el presente, posicionándola como una base científica e innovadora en diversas políticas desarrolladas en numerosos países. Comenta que el enfoque teórico en desarrollo de la bioeconomía representa una gran oportunidad para todos los sectores y actividades productivas, que pueden verse enormemente beneficiados al incorporar la innovación, servicios modernos basados en el conocimiento y la consideración de elementos ambientales para la diversificación, adicionamiento de valor y generación de nuevas cadenas de valor.

Hodson de Jaramillo *et al*., en 2019, en su libro titulado "La bioeconomía. Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina" sostiene que la discusión sobre bioeconomía en la región latinoamericana apenas comenzaba hace unos años, y que es oportuno verla en relación con los temas emergentes planteados en el mundo. Asimismo, se identifica algunos caminos en América Latina y el Caribe que reducen el impacto ambiental tales como valorización de los recursos de la biodiversidad, ecointensificación, aplicaciones de la biotecnología (productos y procesos), servicios ecosistémicos, eficiencia de las cadenas de valor, biorrefinerías y bioproductos.

El artículo publicado por Martínez en el 2020, "Economía circular y bioeconomía, pilares del desarrollo sostenible" comenta que la biotecnología tiene un gran potencial para dinamizar el desarrollo productivo, impactando una amplia variedad de sectores económicos y abordando diversas problemáticas. Menciona que unida con la concientización en todos los niveles de la sociedad, es de gran importancia para minimizar nuestro impacto sobre el planeta, lo que de paso impulsaría el desarrollo social y económico en zonas rurales.

1.4.2 Antecedentes Nacionales

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) en el 2020 presenta el documento llamado "Tecnologías de bioeconomía para valorizar residuos y desperdicios: oportunidades de negocio para la agricultura familiar" en el que busca promover el aprovechamiento de los residuos por medio de la bioeconomía como medio de valorización, dando a conocer sus oportunidades no sólo en la región sino a nivel país debido a la gran cantidad de productos de materias agrícolas, materias primas y desechos agropecuarios existentes, generando un beneficio económico y una reducción del impacto ambiental, siendo el componente de un desarrollo sostenible e inclusivo y una estrategia de impulso para el cambio y oportunidad de mejoras de las condiciones económicas y sociales de la población.

Según la revisión realizada por Mora para la Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER, 2020) llamada "Mapeo Biotecnológico: caracterización de la industria; la biotecnología es un dinamizador de las economías y sectores productivos" donde se aplica, por lo que intensificar su empleo en las diferentes industrias podría tener un impacto directo en su productividad y rentabilidad. Se tratan de empleos que agregan valor en industrias tecnificadas, las cuales requieren talento humano capacitado. Este tipo de negocios además presenta un amplio potencial en el desarrollo económico de territorios rurales y fuera de la Gran Área Metropolitana (GMA).

Con respecto a la gobernanza y a las capacidades institucionales para la innovación, Monge *et al* en el 2020 publicaron el documento "Confrontando el reto del crecimiento: productividad e innovación en Costa Rica", donde **No se encuentran entradas de índice.**a que el país requiere fortalecimiento en cuatro funciones clave de política pública: estratégica, de diseño y coordinación, de implementación, y de monitoreo y evaluación y las fallas de gobernanza podrían ser peores que las de mercado debido a que la construcción de capacidad institucional sigue siendo incipiente en la mayoría de los países de la región y Costa Rica debe construir sobre la base de esta experiencia regional.

Por otra parte, Costa Rica desarrolla la "Estrategia Nacional de Bioeconomía 2020-2030"; en el año 2020 y su publicación surge debido a un proceso participativo y organizado entre diversos actores, coordinado por el Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), con la participación del Ministerio de Economía, Industria

y Comercio (MEIC), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y la Cooperación Técnica de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), Cooperación Alemana en Costa Rica (GIZ), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), entre otros.

Posicionándose como una oportunidad de réplica en países de América Latina por brindar, desde una perspectiva de desarrollo sostenible, una amplia gama de soluciones a problemas cruciales en el mundo, por ejemplo: aumento en la demanda global de biomasa (al menos un 60 % por encima de los índices actuales), escasez de recursos naturales dependencia de combustibles fósiles (evidencia creciente de que la era del petróleo y la energía barata está por acabar), salud y mitigación y adaptación al cambio climático.

Según Madrigal y Alpízar (2023) en su proyecto "Análisis de oportunidades para la introducción de instrumentos fiscales que incentiven la descarbonización del sector de gestión de residuos en Costa Rica" explica que un paso fundamental para avanzar en la transición hacia una bioeconomía circular es la debida gestión de los residuos. Indican que existe un creciente interés de varias entidades gubernamentales para identificar oportunidades de instrumentos fiscales con potencial para incentivar la transición a una economía descarbonizada y adaptada al cambio climático en Costa Rica. En este sentido, el sector de residuos ofrece una oportunidad importante para explorar el uso de estos instrumentos en procura de una transformación del sector hacia un escenario más eficiente de gestión.

Brenes (2024) en su Trabajo Final de Graduación "Bioeconomía desde las Relaciones Internacionales: oportunidades y desafíos en las políticas comerciales y bioeconómicas de Costa Rica como respuesta al cambio climático" concluye que aunque el país cuenta con una Estrategia de Bioeconomía, ésta requiere políticas comerciales para su operativización, de manera que pueda permitir al país posicionarse como líder en el mercado bioeconómico atendiendo las demandas internacionales.

1.5 Proyecciones

El presente estudio desea analizar la importancia de la bioeconomía avanzada como modelo de desarrollo industrial, inclusivo y sostenible sobre los sistemas productivos de la

República de Costa Rica durante el periodo 2017-2023. Por lo cual, al ser la bioeconomía un campo multidisciplinario se pretende lo siguiente:

1. Analizar la contribución de la bioeconomía sobre la sostenibilidad ambiental, debido a que contribuye a la reducción de la dependencia de recursos como combustibles fósiles entre otros y favorece la conservación de los ecosistemas.

2. Debido a que la bioeconomía desempeña un papel importante en la agricultura sostenible se desea valorar la manera de optimizarse para aumentar su productividad fundamental para el crecimiento e innovación de los sistemas productivos.

3. Debido a que se puede diversificar su economía, especialmente en zonas rurales, se desea valorar los recursos biológicos que puedan generar nuevos empleos y con mejores condiciones.

4. Como proyecta la inversión de tecnologías limpias e innovación generando nuevas económicas y empleos de manera sostenible e impulsando la investigación.

5. Valorar el cambio de paradigma y del comportamiento en el consumidor, adoptando perfiles de resiliencia y sostenibilidad en su actividad diaria.

6. Investigar cómo la bioeconomía puede generar colaboración internacional para fortalecer la región, pero sobre todo el país adoptando redes de conocimiento y mejorando las practicas sostenibles.

La bioeconomía ofrece un enfoque integral para abordar los desafíos en sostenibilidad y economía, sin embargo, hay muchos temas que, aunque no se consideran parte de su análisis directo, están relacionados y son igualmente importantes, más no se profundizaran en dicha revisión:

1. Si bien es cierto que las actividades económicas afectan el medio ambiente, con la bioeconomía se busca promover prácticas sostenibles. Durante la presente

investigación se mencionará el proceso, más no abordará a profundidad el cambio climático.

2. Por otra parte, al ser la bioeconomía de naturaleza multidisciplinaria, no se profundizará en la investigación las áreas temáticas relacionadas con la bioquímica.

3. Tampoco se abordará dentro del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales del sector forestal, sobre todo del impacto de los bosques como medio de obtención de biomasa y generación de nuevos recursos para el desarrollo sostenible y como medio para mitigar el cambio climático

4. Pese a que la obtención de bioenergía a través de bioproductos renovables permiten la sustitución de los combustibles fósiles, en el presente estudio no se desarrollará este campo de bioenergía y biorefinería.

5. En cuanto a los recursos marinos, se tiene a la bioeconomía azul como una importante Nota de recursos de biomasa para las industrias de alimentación y energía, sin embargo, no se profundizará en el tema.

6. Finalmente, la biología sintética con materiales innovadores está presentándose como tecnologías que mejoran la eficiencia de los procesos, reduciendo la generación de residuos y por lo tanto la contaminación, sin embargo, será tema para desarrollar en un próximo estudio.

CAPITULO II - MARCO TEÓRICO

2.1 Concepto de Bioeconomía

El concepto de bioeconomía fue planteado inicialmente por Nicholas Georgescu-Roegen en 1975 para destacar el origen biológico de los procesos económicos y a partir de ello exponer el problema de la humanidad al tener una cantidad limitada de recursos utilizables y que se encuentran distribuidos de manera desigual.

Posteriormente el concepto ha evolucionado desde un enfoque muy centrado en el desarrollo del conocimiento en las ciencias biológicas, en particular la biotecnología hacia un enfoque que rescata la importancia de recuperar la base biológica de la actividad económica, así como la relevancia del conocimiento de los procesos biológicos.

La bioeconomía es un nuevo paradigma en el sector económico y tecnológico donde la producción, proceso y consumo de los servicios se buscan llevar a una economía sostenible mediante innovación de sus propios mecanismos políticos institucionales basadas en nuevas cadenas de valor.

Su acelerado surgimiento en las últimas décadas se ha debido a una respuesta al avance tecnológico y de la ciencia en sí donde se han ampliado de manera sustantiva el conocimiento y el potencial de los recursos biológicos para su aprovechamiento, uso y desarrollo sostenible.

Por tanto, su concepto va enlazado a cuatro pilares: producción, utilización y conservación de los recursos biológicos; tecnología e innovación; producción de información y de los servicios y procesos con el fin de alcanzar una economía sostenible; bajo los siguientes elementos: biomasa, recursos genéticos, biotecnología y el incremento del valor agregado y la diverificación de productos.

Para el 2005 y 2012 la Unión Europea define la bioeconomía como "producción de recursos biológicos renovables y la conversión de estos recursos y flujos de desechos en productos de valor agregado como alimentos, productos de base biológica y bioenergía" (CEPAL, 2019). Ya para el 2009, la Organización para la Cooperacion y el Desarrollo Economico la define como “el conjunto de actividades económicas relacionadas con la invención, desarrollo, producción y uso de productos y procesos biológicos” (CEPAL, 2019).

Actualmente se considera que el concepto más integral es la que hace el Consejo Alemán para la Bioeconomía:

> Percibe la bioeconomía como la producción basada en el conocimiento y la utilización de recursos, principios y procesos biológicos, para proveer productos y servicios a todos los sectores del comercio y la industria dentro del contexto de un sistema económico adecuado para el futuro (CEPAL, 2019, p.15).

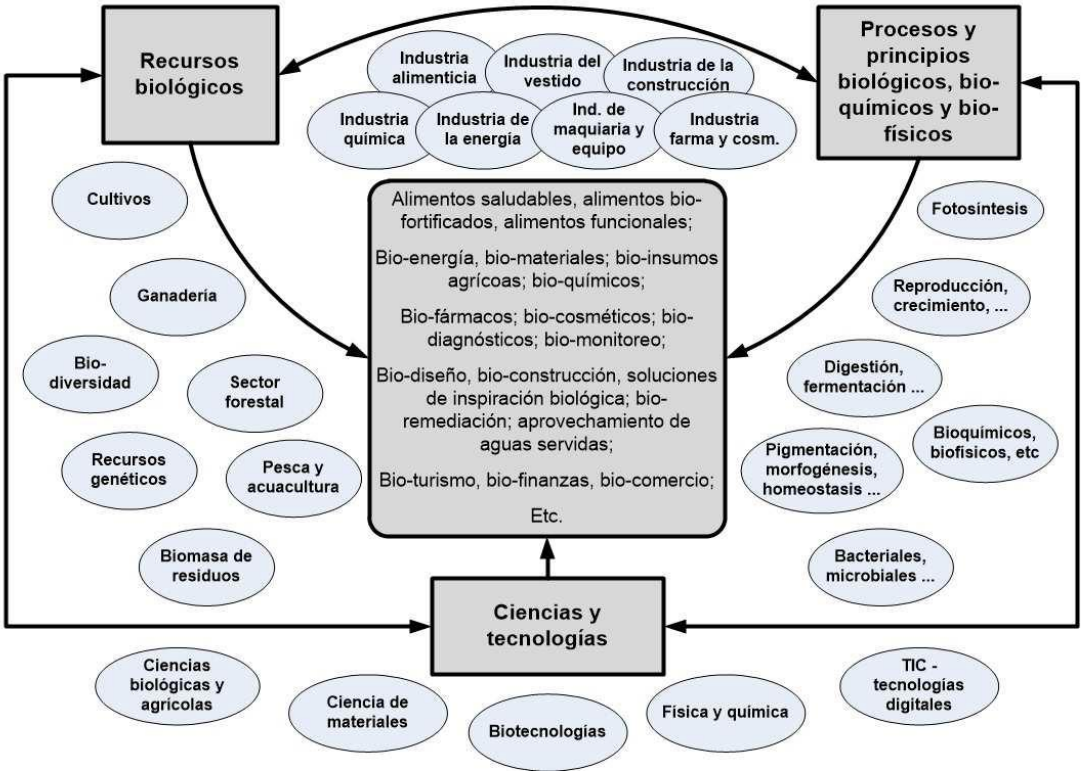
2.2 Elementos de la bioeconomía

A pesar de lo anterior, aunque la temática ha tomado fuerza en el siglo XXI, cada Estado ha ido adaptándolo o modificándolo de acuerdo con sus necesidades y oportunidades. De esta manera, los elementos centrales de la bioeconomía son los recursos, procesos y principios biológicos, así como todas las tecnologías (convencionales y modernas) asociadas a su conocimiento, desarrollo, transformación o regeneración (Figura 1). En cuanto a los recursos biológicos son todo el conjunto de formas de vida e información genética que portan. Ello incluye virus, bacterias y microrganismos en general, y todas las formas de biomasa, incluyendo la biomasa de desecho derivada de los procesos de producción y consumo.

Los procesos y principios biológicos, bioquímicos y biofísicos, como por ejemplo la fotosíntesis, se integran como procesos productivos y sistemas sociotecnológicos a la bioeconomía mediante innovaciones basadas en la aplicación de principios físicos y bioquímicos identificados en la naturaleza, para producir bienes y servicios sin pérdidas de energía.

Finalmente, la convergencia entre la biotecnología en general y la tecnología son vitales para potenciar el desarrollo de la bioeconomía, pues permiten aumentar las fronteras para la utilización sostenible de toda la gama de recursos biológicos disponibles. También son esenciales para entender y replicar los comportamientos y procesos desarrollados por organismos a lo largo de miles de millones de años de evolución, por ejemplo, para adaptarse a diferentes condiciones ambientales.

Figura 1 Elementos de la bioeconomía



Nota: Tomado de Rodríguez *et al* (2017).

Hay un rango amplio de aplicaciones de la biotecnología que han sido incluidas en distintas estrategias para el desarrollo de la bioeconomía, destacando las denominadas biotecnología blanca (aplicaciones industriales), la biotecnología gris (aplicaciones a la solución de problemas ambientales), la biotecnología verde (aplicaciones en la agricultura), la biotecnología azul (aplicaciones en el ámbito de los recursos marinos) y la biotecnología roja (aplicaciones en el campo de la medicina).

2.3 Ejes de la Bioeconomía

Como se menciona para el desarrollo de la misma en áreas como ciencia, tecnología e innovación, cambio climático, agricultura, ganadería y entre otros la elaboración de estrategias de bioeconomía debe ser imperativo de manera que a partir de la identificación y alineamiento de esas iniciativas, se pueden construir estrategias y políticas que se pueden

agrupar en ejes estratégicos sobre los sistemas productivos como los que se describen a continuación (Tabla 1).

Tabla 1 Ejes de la 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.	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 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.	a. Uso sostenible de la biodiversidad y bioturismo en corredores biológicos. b. Fomento de los servicios ecosistémicos. c. Bioprospección y aprovechamiento económico de los recursos genéticos y bioquímicos. d. d. Desarrollo de aplicaciones de tecnologías digitales (APP) sobre áreas de conservación y la belleza escénica natural del país.
Biorrefinería de biomasa residual	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.	a. Conocimiento de la biomasa residual. b. Producción de bioenergía. c. Producción de biomateriales. d. Producción de biomoléculas y bioproductos avanzados de alto valor.
Bioeconomía avanzada	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	a. Instaurar un clima de negocios favorable para el desarrollo de nuevos productos, aplicaciones y plataformas biotecnológicas y bionanotecnológicas. b. Impulsar del emprendimiento en nano y biotecnologías y ámbitos relacionados.

	capacidades científicas del país en ciencias biológicas y el uso sostenible de los recursos de la biodiversidad.	c. Apoyar emprendimientos en las fases de pilotaje y escalamiento. d. Colocar, en mercados internacionales, los nuevos bioproductos, plataformas, 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.	a. Gestión sostenible y valoración de residuos sólidos urbanos. b. Corredores biológicos interurbanos. c. Diseño urbano inspirado en principios, procesos y sistemas biológicos.

Nota: Tomado de Brenes (2024).

2.4 Teorías de Relaciones Internacionales que Respaldan la Bioeconomía

Liberalismo

Las corrientes liberales enfatizan la cooperación internacional y el libre comercio para alcanzar beneficios compartidos en la bioeconomía. Se asume que los Estados obtienen ganancias absolutas al colaborar en el desarrollo de tecnologías sostenibles y mercados biológicos. Por ejemplo, inversiones y transferencias tecnológicas en biotecnología agroindustrial o biocombustibles serían promovidas para generar crecimiento económico conjunto. Los liberales abogan por instituciones globales (tratados, acuerdos multilaterales y organismos como la ONU) que faciliten la gobernanza de recursos biológicos y soluciones a problemas comunes (cambio climático, escasez de agua). En esta visión, la bioeconomía sería un bien público global que se potencia con cooperación, integración de mercados y liberalización del comercio de bienes naturales sostenibles.

Realismo

El realismo pone el foco en la competencia y el poder estatal. Desde esta perspectiva, la bioeconomía solo interesa si sirve a la seguridad o ventaja relativa de un país. Los realistas consideran anárquico el sistema internacional y creen que los Estados actúan para maximizar sus propios intereses y poder. Así, la adopción de políticas bioeconómicas dependería de si éstas aumentan la capacidad nacional (por ejemplo, independencia energética con biocombustibles) o no ceden poder a rivales. Cualquier cooperación ambiental (p.ej. tratados sobre uso de biomasa) se respaldaría solo si los beneficios absolutos resultantes superan los costos, sin importar las pérdidas relativas de otros. En general el realismo tiende a ignorar las exigencias ambientales universales, salvo cuando el deterioro ecológico se percibe como amenaza directa a la seguridad nacional.

Constructivismo

El constructivismo resalta cómo las ideas, normas y conocimientos construyen la realidad internacional. Desde esta óptica, la bioeconomía surge como un "discurso" global moldeado por valores sociales y comunidades epistemológicas (científicas, políticas). Se enfoca en el papel de la divulgación científica (IPCC, paneles bioeconómicos) y la emergencia de normas sobre sostenibilidad que influyen en la agenda estatal. Por ejemplo, el concepto de "economía circular" o "bioeconomía verde" se propaga cuando actores estatales y no estatales adoptan y difunden nuevos criterios de progreso ligado a la naturaleza. Los constructivistas subrayan que el comportamiento de los Estados ante la bioeconomía está mediado por percepciones compartidas (ideales de desarrollo sostenible, éticas ecológicas) más que solo por intereses materiales. De ese modo, normativas internacionales o foros científicos (creando "comunidades epistémicas") son clave para difundir la bioeconomía sostenible.

Institucionalismo neoliberal

El institucionalismo neoliberal es una corriente vinculada al liberalismo que otorga especial importancia a las instituciones multilaterales. Bajo esta perspectiva, las organizaciones

internacionales (convenios ONU, FAO, COP de cambio climático, bancos multilaterales, etc.) son esenciales para coordinar la bioeconomía global. Se reconoce que las reglas, normas y procedimientos de los regímenes internacionales (por ejemplo, acuerdos sobre bioseguridad o comercio de bioproductos) facilitan la cooperación intergubernamental. En la práctica, las políticas de bioeconomía se canalizan a menudo a través de foros y agencias internacionales que definen estándares, financian investigación y armonizan regulaciones. Así, el institucionalismo neoliberal vislumbra en la bioeconomía una oportunidad para fortalecer regímenes comunes (p.ej. convenios de biodiversidad o energía renovable) y para establecer mercados globales de recursos biológicos regulados por acuerdos multinacionales.

Gobernanza global

El enfoque de gobernanza global destaca la naturaleza multinivel y policéntrica de la bioeconomía. Aquí se subraya que, además de Estados e instituciones formales, redes transnacionales, ONGs y sector privado participan en la gobernanza de recursos biológicos. La bioeconomía requiere coordinación entre gobiernos nacionales, bloques regionales y organismos internacionales (G7, G20, UE) para enfrentar desafíos comunes. Al mismo tiempo, se reconoce que la gobernanza internacional es cada vez más fragmentada y policéntrica, lo que complica la respuesta coordinada a problemas globales como el cambio climático o la deforestación.En general, este enfoque postula que la bioeconomía sostenible demandará mecanismos flexibles de cooperación (alianzas públicas-privadas, comités científicos internacionales, fondos verdes globales) que complementen las instituciones tradicionales.

Economía política internacional (IPE)

Se analiza cómo el mercado global y las relaciones económicas de poder influyen en la bioeconomía. Teorías neomarxistas o neogramscianas, por ejemplo, ven la bioeconomía como un proyecto político-económico dominado por élites y empresas transnacionales. Se argumenta que las grandes corporaciones agrícolas o biotecnológicas configuran la agenda bioeconómica mundial en beneficio propio, lo que puede profundizar desigualdades. También se destaca la dimensión Norte–Sur: la presión por materias primas (materia orgánica, biomasa) puede reproducir dinámicas de extracción típicas del colonialismo,

beneficiando a países industrializados a expensas de comunidades locales del Sur. En suma, la IPE critica el bio-enfoque tecnocrático-liberal y subraya que sin cambios estructurales y justicia distributiva, la bioeconomía puede perpetuar la acumulación de capital y las relaciones de dependencia global.

Ambientalismo (Teoría verde)

Los enfoques ambientalistas o de "teoría verde" sitúan al medio ambiente y la sostenibilidad ecológica en el centro del análisis. En contraste con el liberalismo clásico, plantean que el desarrollo no puede basarse en el crecimiento ilimitado y destacan la responsabilidad colectiva hacia la naturaleza. Desde esta óptica, la bioeconomía es vista tanto como una oportunidad de frenar la sobreexplotación (al sustituir combustibles fósiles y bienes no renovables), como un posible riesgo si continúa priorizando la productividad por sobre límites ecológicos. Los ambientalistas critican la visión antropocéntrica y abogan por un giro ecológico: anteponen valores ecológicos de largo plazo a los intereses políticos cortoplacistas. En el contexto de la bioeconomía, esta postura exigiría conservar la biodiversidad, respetar ciclos naturales y reinventar modelos de producción bajo principios de justicia climática y principios eco-céntricos.

Poscolonialismo

Los estudios poscoloniales aplicados a la bioeconomía analizan cómo las experiencias coloniales y las jerarquías Norte–Sur influyen en la agenda actual. Subrayan que la formulación de políticas bioeconómicas suele estar dominada por intereses occidentales, ignorando saberes locales y derechos de pueblos indígenas. Un enfoque poscolonial destaca la "justicia epistémica": reclama reconocer el valor de conocimientos tradicionales en el uso de recursos biológicos y remueve sesgos neoliberales e imperialistas. También cuestiona narrativas de «liderazgo global» o «competitividad» en bioeconomía (como en políticas de la UE), pues éstas pueden legitimar nuevas formas de acumulación extractiva internacional. En línea con la "justicia ambiental decolonial", se aboga por enfoques que incluyan la autodeterminación y la equidad social, evitando imponer un desarrollo bioeconómico que repita las dinámicas de subordinación histórico-coloniales.

2.5 Bioeconomía en América Latina

América Latina es una región estratégica, rica en recursos biológicos o naturales:

> Que representa el 13 % de la masa terrestre del planeta y que alberga el 9 % de la población mundial, la región contiene, como porcentaje del total de los recursos mundiales correspondientes, el 50 % de la biodiversidad conocida, el 21 % de las ecorregiones terrestres, el 22 % del agua fresca, el 16 % de los recursos de agua marinos, el 23 % de los bosques y el 57 % de los bosques primarios; recibe el 29 % de las precipitaciones y tiene el 31 % de los 35 millones de kilómetros cúbicos de recursos de agua dulce del planeta (PNU, 2019, p.10).

Para los países de América Latina y el Caribe, esta es una oportunidad nueva y poderosa. La región no solo es uno de los mayores productores de biomasa sostenible, sino que también cuenta con una infraestructura científica, tecnológica e industrial avanzada y un desarrollo significativo en bioenergía, convirtiéndose en uno de los actores clave en los mercados internacionales.

Sin embargo, en la región su desarrollo tecnológico e innovación ha sido más diverso y dispar; mientras que países como Costa Rica, Colombia, Argentina, Brasil y Uruguay han incrementado sus inversiones el resto no ha hecho a mismo ritmo. Así mismo, la región ha presentado una larga trayectoria en iniciativas de cooperación regional donde se ha intervenido este crecimiento dispar de la región y se ha fortalecido las capacidades tecnológicas para intervenir situaciones científicas y políticamente vinculadas al desarrollo de la biotecnología. Como resultado de dicha experiencia:

> Han comenzado a surgir experiencias relacionadas con el desarrollo de estrategias de producción agrícola sostenible, aprovechamiento de la biotecnología, producción de bioenergías, negocios basados en la biodiversidad y avances en el desarrollo de los mercados para los servicios ecosistémicos, que tratan de los procesos a través de los cuales el medioambiente produce recursos (aire, agua, alimentos y materiales) indispensables para los humanos (Chavarría et al, 2019).

Es un proceso en marcha en la región. Sobre ello, se han generado "marcos legales, institucionales y de políticas y experiencias empresariales pioneras en temas vinculados a la bioenergía, a la biotecnología y al uso sostenible de la biodiversidad. También se han identificado rutas para el desarrollo de la bioeconomía con visión regional" (Hodson de Jaramillo *et al*, 2019).

Argentina

En el caso de Argentina sus orígenes estuvieron particularmente vinculados al sector energético, especialmente a los biocombustibles. En este contexto, se adoptó una política comercial que, respaldada por leyes, promovió su uso y generó demanda en el mercado de bioetanol.

Además, se apoyó a las comunidades vulnerables para proyectos de seguridad energética (por ejemplo, biogás) que resultaron en la integración de las comunidades más vulnerables en los beneficios de la bioeconomía. Esto se estableció con elementos de comunicación donde se encapsularon actividades como talleres y simposios para facilitar el intercambio con la academia y las instituciones públicas y privadas.

Por otro lado, estas estrategias de comunicación promovieron la participación de empresas privadas en proyectos comerciales derivados de la bioeconomía, así como la recaudación de fondos, altos niveles de inversión, incubación y aceleración de la capacitación técnica.

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 relacionada 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.

Dos sectores principales que se desarrollaron en la bioeconomía en Argentina: los biocombustibles y 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.

Un ejemplo de esta última categoría se puede encontrar en Michroma (2021), una empresa que aprovecha la biofabricación de hongos para producir ingredientes (colorantes). Este desarrollo ha sido posible especialmente gracias a las leyes aplicadas en la primera mitad del siglo XXI, y notablemente mejorado por el sector privado con la base institucional, así como por la financiación (tanto requerida como opcional).

Brasil

La bioeconomía en Brasil está principalmente orientada hacia los biocombustibles, siendo el primero en América Latina en el sector. Aunque el sector se encuentra en una etapa avanzada, el gobierno brasileño ha tomado medidas considerables de política comercial en esta área desde el 2003 para mejorar la competitividad de los biocombustibles a través de la imposición de subsidios legislativos.

El primer programa específico de bioeconomía fue establecido por la administración de Jair Bolsonaro (2019-2022), ilustrando cómo las cuestiones de bioeconomía no son inmunes a los intereses políticos, en tanto que mucho de lo que sucede en la bioeconomía refleja los intereses propios. Por lo tanto, aunque la bioeconomía como propuesta teórica abarca la sostenibilidad y el mayor respeto por los recursos biológicos, como en este caso, su implementación puede estar permeada por intereses políticos particulares.

> La Amazonía se encuentra en un momento crítico, ya que pesar de su abundante biodiversidad, su riqueza cultural y su incalculable valor ambiental, enfrenta serias amenazas que ponen en riesgo su futuro y el de las comunidades que dependen de ella, dado que los altos índices de pobreza, la desigualdad y los desafíos ambientales comprometen el progreso de sus habitantes y su capacidad para acceder a alimentos seguros y nutritivos (Lubetkin, 2024, s. p.).

Por otra parte Brasil ha implementado políticas e instituciones para fomentar estas áreas, siempre respaldadas por mecanismos económicos que fundamentan su implementación. Como resultado de esta iniciativa, el sector agrícola ha experimentado un crecimiento y ha beneficiado desproporcionadamente a las grandes corporaciones con más acceso a los subsidios gubernamentales de los cuales los pequeños agricultores no pueden acceder.

Por tanto, permitir la continuidad de modelos de negocio que sacrifiquen la biodiversidad y los recursos naturales, pues, inevitablemente, se estaría frente a un colapso irreversible. Por ello, es crucial promover mecanismos que permitan generar un esfuerzo colectivo en el que todos, en conjunto, pueden lograr una transformación inclusiva en el bioma amazónico, protegiendo su biodiversidad y creando sistemas agroalimentarios más eficientes, inclusivos, resilientes y sostenibles, sin dejar a nadie atrás y desarrollando formas de vida más sostenibles y propicias para las comunidades indígenas que se encuentran en la Amazonía.

Colombia

Colombia se distingue por un notable desarrollo en biotecnología desde la década de los 90. Sin embargo, no hubo una conceptualización formal sobre esto hasta el 2012, ni una estrategia de bioeconomía hasta el 2019. Mientras tanto, Colombia dio pasos estratégicos, como el de caracterizar la biodiversidad presente en su territorio, para determinar si era posible impulsar el desarrollo bioeconómico del país; además de ofrecer apoyo comercial mediante la creación de políticas que promovían la inversión extranjera directa.

Colombia, aún en las etapas iniciales de la bioeconomía, buscó entender la viabilidad de la iniciativa midiendo su biodiversidad, luego enfatizando la concienciación pública y encontrando y desarrollando recursos humanos según sea necesario. Vio en ello una posible oportunidad de desarrollo y una manera de aumentar la Ciencia, Tecnología e Innovación del país, promoviendo en las empresas un alto valor agregado. De esa manera, las bioempresas basadas en biotecnología han podido desarrollarse exitosamente debido a la existencia de suficientes marcos legales para su desarrollo.

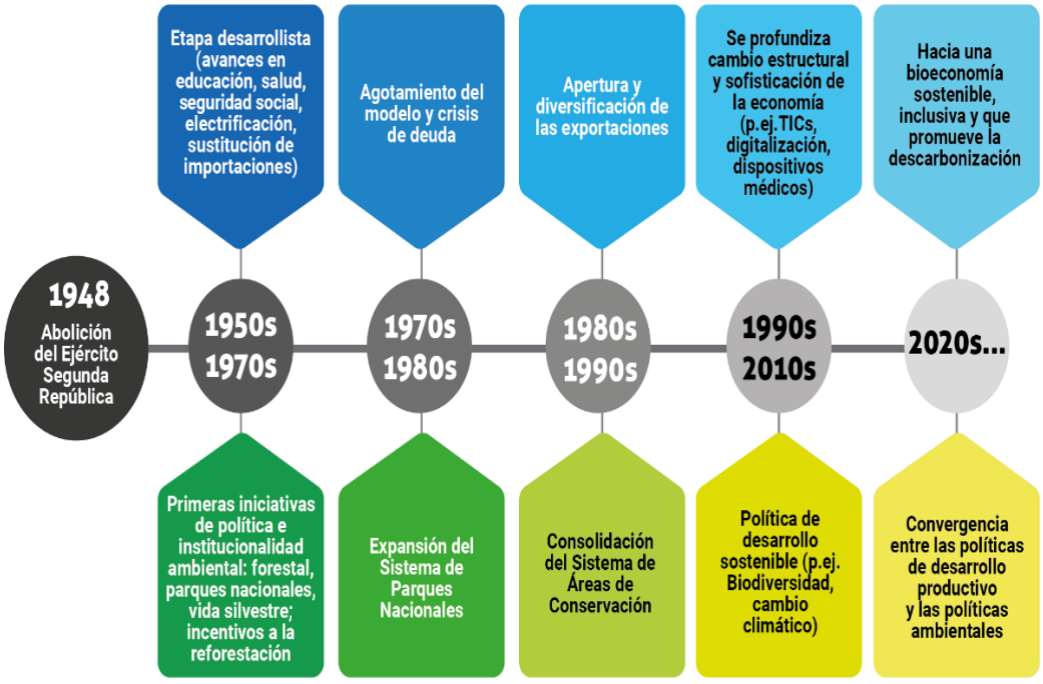
Costa Rica

Costa Rica es reconocida mundialmente por su rica biodiversidad y sus esfuerzos en conservación. Desde la década de 1970, el país ha implementado diversas políticas ambientales y sistemas de áreas protegidas que han puesto de manifiesto la importancia de sus recursos naturales. A partir de los años 90, Costa Rica comenzó a enfocar sus políticas hacia un modelo de desarrollo sostenible, reconociendo la necesidad de equilibrar el

crecimiento económico con la conservación del medio ambiente. En 1994, ratificó el Convenio de Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica (CDB) y en 1998, se estableció la Ley de Biodiversidad Nº 7788, que creó la Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad (CONAGEBIO) (Figura 2).

Posterior a ello ya en la década de 2000, Costa Rica empezó a integrar la bioeconomía en sus políticas públicas. Se promovieron iniciativas que buscaban transformar los recursos biológicos en productos y servicios sostenibles, fomentando la innovación y el uso eficiente de recursos, hasta que en el 2020, se lanzó la Estrategia Nacional de Bioeconomía (ENBE). Además las universidades costarricenses y centros de investigación comenzaron a jugar un papel importante en el desarrollo de la bioeconomía, impulsando proyectos de investigación sobre biotecnología, agricultura sostenible y conservación de la biodiversidad y a medida que la bioeconomía fue ganando terreno, surgieron diversas empresas y emprendimientos que se enfocaron en la producción sostenible, el uso de bioproductos y la comercialización de servicios ecosistémicos.

Figura 2: Evolución de iniciativas para el desarrollo de la bioeconomía en Costa Rica



Nota: Estrategia Nacional de Bioeconomía (2020).

2.6 Modelo de Desarrollo Industrial y Sostenible

La bioeconomía es un enfoque que busca utilizar recursos biológicos renovables, como materias primas agrícolas, forestales y marinas, para producir alimentos, energía, productos químicos y otros bienes y servicios. Promueve la producción y utilización intensiva del conocimiento sobre los recursos, procesos y principios biológicos, para el suministro sostenible de bienes y servicios en todos los sectores económicos: bioenergía, agrícola y bioinsumos, alimentos, fibras, productos para la salud, productos industriales y bioplásticos con el objetivo de promover un desarrollo sostenible, reducir la dependencia de recursos fósiles y mitigar el cambio climático al tiempo que se fomenta la innovación y se crea valor en la economía.

Esta idea se fundamenta en que los recursos biológicos pueden ser utilizados de manera eficiente y sostenible, integrando prácticas que minimicen el impacto ambiental y promuevan la biodiversidad. Esto incluye el desarrollo de tecnologías y procesos que optimicen el uso de los recursos, así como la implementación de políticas que apoyen la investigación y el desarrollo en este ámbito.

Por otra parte, el modelo de desarrollo industrial y sostenible se refiere a un enfoque integral para el crecimiento industrial que busca equilibrar el desarrollo económico con la sostenibilidad ambiental y social. Este modelo promueve la innovación en procesos y productos, la eficiencia en el uso de recursos, la reducción de residuos y emisiones, y la responsabilidad social corporativa.

Implica el uso eficiente de materias primas, energía y agua, fomento de tecnologías limpias y prácticas de producción sostenibles (innovación), el considerar el impacto ambiental de un producto a lo largo de su ciclo de vida, desde la producción hasta la disposición final, promover la equidad y el bienestar de las comunidades afectadas por la actividad industrial y la implementación de normativas y regulaciones que fomenten el desarrollo sostenible.

Se trata de aprovechar los avances en ciencia, tecnología e innovación (C y T + I) para implementar un cambio bajo el concepto de la cuarta revolución industrial o tecnologías

convergentes (nano y biotecnologías, bioinformática y ciencias cognitivas) para el conocimiento, conservación y aprovechamiento de los recursos terrestres y marinos. Esta innovación acelerada de ciencia y tecnología representa un cambio transformativo en tecnologías y capacidades de datos, cambio que no solo está modificando la investigación científica, las industrias y las redes sociales, sino que está remodelando radicalmente las innovaciones en ciencias biológicas y de materiales.

Ambos conceptos, están interrelacionados y pueden contribuir a la creación de economías más resilientes y sostenibles, aprovechando los recursos naturales de manera responsable y promoviendo un futuro más sostenible para las generaciones venideras y por lo tanto, en una respuesta a los desafíos de la creciente población mundial. A demás constituye precisamente un cambio de paradigma que redefine las relaciones entre la agricultura, la biomasa y la industria. Por eso, este paradigma impresiona ser una solución a los dilemas de la seguridad alimentaria, el agotamiento de los recursos y el cambio climático.

Minimizar la producción de residuos, generar nuevos productos y servicios en múltiples sectores, al mismo tiempo que se permite un enfoque más sistemático y coherente para abordar los desafíos de una región, nos proporciona simultáneamente nuevas fuentes de crecimiento económico mediante el uso integrado y circular de la biomasa en procesos que operan dentro de nuevas cadenas de valor o redes, y creación de oportunidades de empleo. Desde una perspectiva territorial, es una oportunidad única para promover la eficiencia productiva de productos y procesos biológicos y para el desarrollo socioeconómico de las comunidades para su bienestar.

La respuesta estratégica hacia este nuevo sistema socioeconómico ambientalmente amigable permite integrar objetivos de bienestar humano y del planeta en coherencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en la cual se encuentran implícitos la conservación, gestión y uso sostenible de la biodiversidad. Este modelo engloba tanto al medio ambiente (el mundo natural, los recursos biológicos renovables, sus interacciones con las actividades humanas así como los sistemas de soporte a la vida: agua, suelos) como a las biotecnologías, como su principal herramienta.

Estos objetivos se plantearon en la Asamblea General de la ONU donde se adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible con 17 objetivos y 169 metas de carácter integrado e indivisible bajo un compromiso universal y común, que abarca las esferas económicas, social y ambiental, con el fin de erradicar la desigualdad, la pobreza y garantizar los derechos humanos:

> Estamos resueltos a poner fin a la pobreza y el hambre en todo el mundo de aquí a 2030, a combatir las desigualdades dentro de los paises y entre ellos, a construir sociedades pacíficas, justas e inclusivas, a proteger los derechos humanos y promover la igualdad entre los generos y el empoderamiento de las mujeres y niñas, y a garantizar una proteccion duradera del planeta y sus recursos naturales (ONU, 2015, párr.5).

Los desafíos y retos derivados de ella pueden verse mitigados a través de la bioeconomía, puesto que proyecta un desarrollo de estrategias orientadas a un aprovechamiento más eficiente de los recursos para el desarrollo sostenible gracias a los avances tecnológicos existentes actualmente; "por ejemplo, para la intensificación sostenible de la producción agropecuaria, aplicaciones biotecnológicas para desarrollar variedades más productivas, mejor adaptadas al cambio climático y con atributos nutricionales mejorados, productos biofarmacéuticos, materiales biofuncionalizados para aplicaciones médicas y una mejor educación, entre otros" (Chavarría, 2019, p.15).

Otro ejemplo, la sostenibilidad ambiental se puede desarrollar mediante el uso sostenible de los recursos biológicos y la reducción de pérdidas de energía, a partir del aprovechamiento de los desechos. En cuanto a la competitividad económica, se puede desarrollar nuevas cadenas productivas de base biológica. Con la inclusión social se posibilita el desarrollo de pymes basadas en el conocimiento, insertadas en nuevas cadenas de valor y que le brinden oportunidades de empleo y desarrollo empresarial a jóvenes y mujeres. Y finalmente en cuanto a la cohesión territorial y reducción de brechas de desarrollo, se puede crear nuevas opciones para el desarrollo agrícola y rural y la creación de empleos de calidad.

A la luz de esto y de acuerdo con Rodríguez *et al (*2017), diez de los Objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible se fundamentaron en el Programa de Bioeconomía Mínimo Georgescu-Roegen y del que hasta hoy contribuyen (Tabla 2):

Tabla 2 Tabla comparativa entre el Programa de Bioeconomía y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Programa Bioeconómico Mínimo de Georgescu-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 podría ser alimentado adecuadamente solamente por la agricultura orgánica.	No existe ODS.
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.

Nota: Adaptado de Rodríguez *et al* (2017).

2.7 Impacto en los Sistemas Productivos

Se considera que la bioeconomía es un paradigma de desarrollo basado en la producción y conservación de bienes y servicios a partir del uso directo o la transformación sostenible de recursos biológicos; que aprovecha principios y procesos naturales y las aplica a la ciencia y a la tecnología.

Es un modelo productivo que se basa en la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, para proporcionar información, productos, procesos y servicios a todos los sectores económicos. Se considera una alternativa para reducir el impacto ambiental y el desperdicio, y avanzar hacia una economía sostenible. Hasta hace no muchos años, el ciclo de vida de un producto era producir, usar y desechar. Esa era la base de una economía lineal típica que se adoptó durante el siglo XX.

Sin embargo, existe la posibilidad de alargar la vida útil de los productos y diseñarlos para que no constituyan un residuo al final de su vida útil a través la economía circular. Si este principio se entrelaza con la sustitución del petróleo por materias primas renovables, surge un nuevo paradigma productivo que puede cambiar la manera en que se generan los productos que la sociedad actual y futura requiera, llamada bioeconomía circular.

Si bien los conceptos de bioeconomía y economía circular son nuevos, los principios que la sustentan son antiguos. Investigadores, empresarios y gobiernos alrededor del mundo reconocen que se debe disminuir la dependencia del petróleo, por razones económicas, ambientales, sociales y estratégicas. Este reconocimiento impulsa el desarrollo de procesos y productos basados y el uso en cascada de las materias primas, siguiendo los principios de un modelo circular.

La biomasa es la única materia prima renovable que puede reemplazar a los recursos fósiles: carbón, gas natural y petróleo. La bioeconomía circular se centra en la reutilización de los materiales, el cierre del círculo no puede ser completo y los subproductos de las industrias forestal y agrícola son una excelente fuente para este fin.

Este modelo surge como alternativa a una economía basada en recursos fósiles y constituye un marco integrador de políticas que ha sido adoptado por más de cincuenta países, para aumentar la competitividad, generar empleo, impulsar la inclusión social y atender problemas ambientales y el cambio climático.

Busca maximizar las sinergias entre distintos ámbitos afectados por el modelo productivo. Su desarrollo a nivel mundial es impulsado por tres fuerzas principales, la que sustentan las aspiraciones de la sociedad, un sistema de gobierno en busca de desarrollo sostenible que mejore la salud y el bienestar de las personas.

Por otro lado, la sostienen las necesidades y oportunidades de valorización y protección de los recursos naturales, incluidos los residuos, en los sectores centrales de la bioeconomía tradicional relacionados con la agricultura, la silvicultura, la pesca, el manejo del agua y de los alimentos, y la bioenergía.

Además está vinculada a los avances científicos en los campos de las tecnologías biológica, digitales y en otras, que le permiten expandir las posibilidades de innovación. Lo transversal del modelo hace posible un abordaje integral los desafíos sociales interconectados, como la seguridad alimentaria, la dependencia de los recursos fósiles, la escasez de recursos naturales y el cambio climático, así como lograr un desarrollo económico sostenible.

Es así como la bioeconomía hace conciencia de las interacciones de los sistemas biológicos y socioeconómicos y su fundamento cultural e interdisciplinariedad, la hace la ciencia postmoderna. Se piensa de la bioeconomía como la base de una empresa del futuro para una sociedad sostenible.

Es tanto una oportunidad como una necesidad para la región y el país, según Chavarría *et al* (2019), en su revisión sobre "La bioeconomía: potenciando el desarrollo sostenible de la agricultura y los territorios rurales en ALC" sostiene que es necesario renovar y definir las estrategias de inserción de las economías sobre los territorios rurales y sistemas productivos para que pueden generar nuevos empleos e ingresos.

Este cambio de paradigma tiene muchos ángulos que se deberían tener en cuenta. Porque si realmente se hace de manera sostenible, se podría lograr una economía con suelos,

personas y alimentación más saludables. Esa es una gran diferencia que tiene con el modelo de producción de los biocombustibles en el pasado (Chavarría *et al*, 2019).

Actualmente en Costa Rica existen dos tipos de bioeconomía:

- La tradicional, donde sobre sale proyectos agroindustriales que utiliza insumos biológicos para la creación de bioproductos, biomateriales y bioservicios como, por ejemplo, utilizar la bosorola del café o heces de la gallina para crear fertilizantes.
- La que está basada en tecnología, lo cual implica análisis, procesos y desarrollo en laboratorios que utilizan insumos biológicos para obtener valor agregado en sus resultados, por ejemplo, productos de skin care obtenidos a partir de plantas endémicas, bolsas biodegradables fabricadas con base en almidón y aceites vegetales.

2.8 Cambio en la estructura de las exportaciones

Las exportaciones dentro de la bioeconomía se agrupan en cinco grandes categorías como se explican en la Tabla 3.

Tabla 3 Categorías de exportación de la bioeconomía

Tipos de Bioeconomía	Productos
Bioeconomía de productos básicos	Agricultura y agroindustria; pesca, acuacultura y productos derivados;
Bioeconomía de valor agregado productos básicos	Productos forestales e industria de la madera productos con algún grado de procesamiento, a partir de sectores primarios de base biológica (industria alimentaria; pulpa de madera e industria del papel; textiles basados en fibras

	naturales y productos de cuero; biodiesel; bioetanol y otros alcoholes; bioenergía sólida)
Bioeconomía de alto valor agregado	Sectores manufactureros con una base de materias primas de base biológica (productos químicos de base biológica; productos farmacéuticos de origen biológico; bioplásticos; y perfumería y cosmética de origen biológico)
Economía mineral y fósil	Productos derivados de los sectores de la minería y de base fósil
Otras manufacturas	Sectores productores de manufacturas

Nota: Elaboración Propia, 2025

Según CEPAL (2019) se puede establecer cuatro grandes grupos de países en relación a sus exportaciones, lo cual se describe en la Tabla 4.

Tabla 4 Exportaciones de la bioeconomía según sector

Exportación de la Bioeconomía	Países
Alta proporción de exportaciones de la bioeconomía y mayor proporción de manufacturas.	Uruguay, Argentina, Honduras, Nicaragua, Guatemala, Costa Rica, El Salvador y Jamaica.
Alta proporción de exportaciones de la bioeconomía y mayor proporción de minerales o fósiles.	Paraguay, Guyana, Brasil, Ecuador y Chile.
Baja proporción de exportaciones de la bioeconomía y mayor proporción de manufacturas.	República Dominicana, Resto del Caribe, Panamá y México.

Baja proporción de exportaciones de la bioeconomía y mayor proporción de minerales o fósiles.	Venezuela, Bolivia, Colombia, Perú, y Trinidad y Tobago.

Nota: Elaboración Propia, 2025

Como se puede valorar en la Tabla 4, los países que tienen una alta proporción de exportaciones de la bioeconomía ya tienen una base manufacturera importante, por lo que puede expandirse de base bioeconómica de exportaciones. Entre ellos se encuentran, por orden de importancia de sus exportaciones bioeconómicas, a Uruguay, Argentina, Honduras, Nicaragua, Guatemala, Costa Rica, El Salvador y Jamaica. Siendo Costa Rica la que se distingue por ser el único país con más de 40 % de exportaciones de ambos tipos (manufacturera y de productos minerales o fósiles).

Por otro lado, Paraguay, Guyana, Brasil, Ecuador y Chile son países que también poseen una alta exportación bioeconómica, pero su mayor proporción son los productos minerales o fósiles, siendo Brasil el que se distingue por el mayor balance entre los tres tipos de productos (bioeconomía, manufacturas y productos minerales y fósiles).

Los países con baja proporción de exportaciones de la bioeconomía y mayor proporción de manufacturas incluyen a República Dominicana, Resto del Caribe, Panamá y México; sin embargo, México y Panamá destacan por la alta proporción de exportaciones de manufacturas. Finalmente, los países con baja proporción de exportaciones de la bioeconomía y mayor proporción de productos minerales o fósiles se encuentran Venezuela, Bolivia, Colombia, Perú, y Trinidad y Tobago.

En cuanto a composición las exportaciones de la bioeconomía, según CEPAL (2019) el componente en común es la agricultura y la agroindustria, siendo Uruguay el país con mayor proporción de exportación de bioeconomía y Venezuela, el menor en cuanto a la bioeconomía de valor agregado:

Las exportaciones de la industria alimentaria son superiores al promedio regional (5,8 %) en Argentina (27,3 %), Paraguay (13,3 %), Jamaica (11,8 %), Costa Rica (11,0 %), Guatemala (11,0 %), Honduras (10,4 %), El Salvador (8,9 %), Bolivia (8,7 %), Brasil (6,2

%) y Perú (6,1 %). Argentina es el único país en el cual las exportaciones de la industria alimenticia (27,3 %) supera las exportaciones de la agricultura y la agroindustria (24,9 %) (…) Las exportaciones de la bioeconomía de alto valor agregado superan el 1 % del total de exportaciones únicamente Uruguay (2,5 %), Argentina (2,3 %), Costa Rica (1,9 %) y Brasil (1,2 %). En los cuatro países los productos químicos de base biológica son el componente dominante: 2,0 % en Uruguay, 1,8 % en Argentina y 1,0 % en Costa Rica, y 0.9 % en Brasil. De los demás componentes los que presentan alguna relevancia son la industria bio farmacéutica en Costa Rica (0,8 %); la industria biocosmética en la República Dominicana (0,3 %), Argentina (0,2 %) y Paraguay (0,2 %); y los bioplásticos en Honduras (0,2 %) (CEPAL, 2019).

Perfiles de las exportaciones de la bioeconomía

Existen 8 tipos diferentes de bioeconomías con potencia exportable según CEPAL (2019):

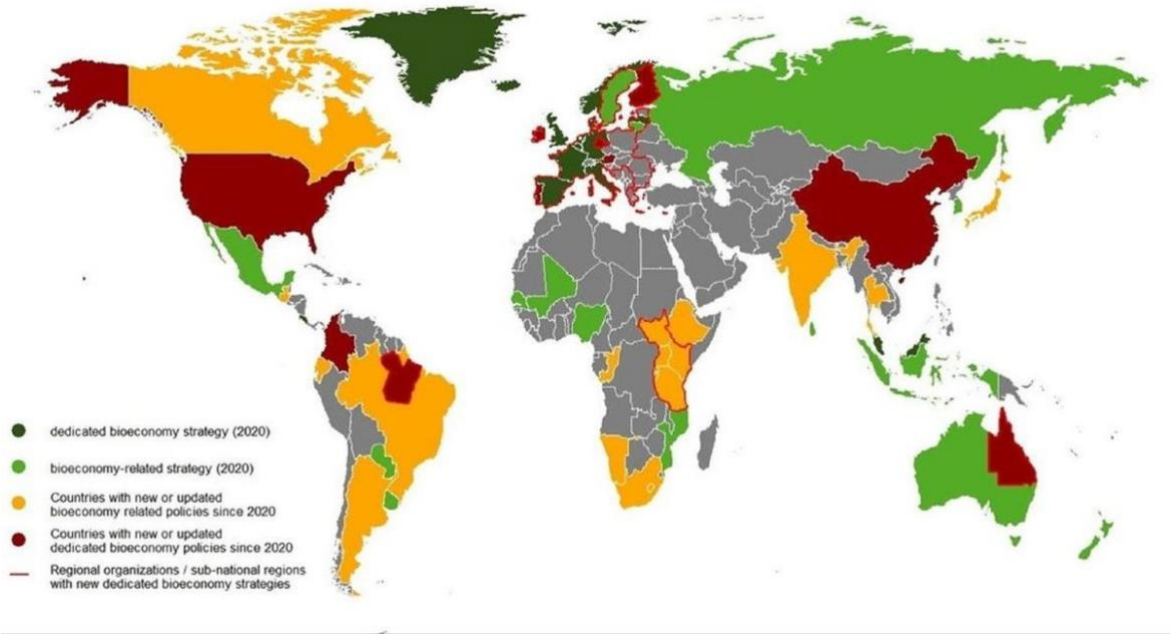
- Agricultura y agroindustria, siendo Uruguay el que presenta más valor agregado;
- Industria alimentaria, siendo Argentina el que tiene el valor más alto;
- Pesca y acuacultura, siendo Ecuador el de más valor;
- Silvicultura e industria del papel, siendo Chile el de valor más elevado en la industria de la pulpa y papel y Uruguay en la industria forestal;
- Fibras y artículos para vestir, siendo nuevamente Uruguay el de valor más alto;
- Bioquímica y bioplásticos siendo Uruguay tienen el mayor valor en la industria bioquímica y Honduras en bioplásticos;
- Bioenergía: en biodiesel únicamente Argentina; en bioetanol Bolivia, Brasil, Costa Rica. Jamaica, que presenta el valor más elevado; y en bioenergía sólida Uruguay, que tiene el valor más elevado;
- Biofarmacéutica y biocosméticos siendo Costa Rica con el valor más elevado en el ámbito biofarmacéutico y República Dominicana en biocosméticos.

Dicho esto, según la clasificación de los tipos bioeconómicos exportables, dentro de América Latina, Costa Rica destacaría entonces en 6 de los 14 rubros: en agricultura y agroindustria, industria alimentaria, silvicultura e industria del papel, bioquímica y bioplásticos, bioenergía, biofarmacéutica y biocosméticos principalmente.

2.9 Marco Regulatorio de la Bioeconomía en América Latina

Países como Costa Rica, Argentina, Colombia y Brasil poseen iniciativas asociadas al concepto de bioeconomía, con marcos institucionales y políticas desarrolladas entorno a la bioeconomía (Figura 3).

Figura 3 Evolución de iniciativas para el desarrollo de la bioeconomía en Costa Rica



Nota: Tomado de Dietze *et al* (2018).

Argentina

Argentina, por ejemplo, se caracteriza por un desarrollo temprano de biotecnología y su producción agrícola baja en carbono permitió la creación del marco de los proyectos de cooperación; “en la biotecnología, los principales hitos político-institucionales han sido la creación, en 1991, de la Comisión Nacional de Bioseguridad (CONABIA), lo que permitió un temprano aprovechamiento del potencial de estas tecnologías para el desarrollo productivo” (Trigo *et al*, 2019).

En 1996, descubrió tres elementos graves para mejorar su producción: los organismos genéticamente modificados, especialmente para hacer plantas resistentes al clima y con

mayor productividad; la siembra directa, 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 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 a producir 100 en los años 2000 y 150 millones de toneladas.

Durante este proceso se estableció una comisión que permitió el aprovechamiento temprano de las tecnologías sobre el desarrollo productivo, que maduró más adelante con una estrategia institucional desde el 2013 donde el Gobierno de Argentina y sus Ministerios de Ciencia, Tecnología e Innovación y Agroindustria inician el posicionamiento de la bioeconomía como parte del desarrollo sostenible y la base para la introducción del país en los mercados internacionales. Efectivamente, estos componentes fueron los primeros pasos para dar camino a la biotecnología y, posteriormente, a la bioeconomía.

Posteriormente se establecen políticas, programas y proyectos que llevaron finalmente a la creación del Programa Nacional de Bioeconomía y Grupo de Bioeconomía; programas del sector público y privado respectivamente, donde se desarrollan como un espacio específico para la promoción de las inversiones vinculadas a la bioeconomía.

Es así como Argentina ha forjado no solo legislación sino también programas y direcciones sobre bioeconomía. Toda la normativa creada en este campo está acompañada de una estructura institucional, o sea, se han establecido instituciones con objetivos y acciones por desarrollar. No obstante, el comienzo de la bioeconomía estuvo estrechamente relacionado con el sector de la energía, específicamente a los biocombustibles y luego a la biotecnología; impulsando el sector agrícola y facilitando el surgimiento de bioemprendimientos de alto valor agregado.

Brasil

La trayectoria de la bioeconomía en Brasil se remonta a 1975 (Fantinel *et al*, 2015), puesto fue el primer país latinoamericano en incursionar en el desarrollo de biocombustibles considerándolo una oportunidad para impulsar su economía. Este enfoque está altamente

influenciado por dos cultivos predominantes la caña de azucar y la soja que facilitó el crecimiento económico en el área, respaldado tanto por el consumo local como exportación internacional.

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. 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, 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 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, 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

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.

Todo esto ha conducido a un notable crecimiento también en el sector agrícola, sin embargo, este desarrollo ha favorecido más a grandes corporaciones, que tienen mayor facilidad de acceder a los subsidios gubernamentales, en comparación con los pequeños agricultores, que carecen de los recursos necesarios para establecer biofábricas, a pesar de los apoyos proporcionados por las normativas brasileñas.

Es así como Brasil, se ha caracterizado por un agresivo marco institucional para acelerar el desarrollo de la bioenergía y que conllevó avances en otras áreas como la agricultura, ingienería genética e industrias cuyo fin busca el producir y aplicar conocimientos científicos y tecnológicos para la promoción de beneficios sociales,

económicos y ambientales, y educar, fomentar la innovación y proporcionar condiciones para la inserción estratégica de la bioeconomía brasileña dentro del escenario global. Sus líneas temáticas están definidas de acuerdo con la lógica productiva de las bioindustrias (biomasa, procesamiento, bioproductos y biorrefinería).

Colombia

Colombia desde los años 90 se ha destacado por su desarrollo en biotecnología, no obstante, no fue hasta que inició sus adaptaciones políticas institucionales a partir del 2011 cuando desarrolló una conceptualización formal sobre el tema a través del primer instrumento de política pública ligado directamente al tema, la Política para el Desarrollo Comercial de la Biotecnología a partir del Uso Sotenible de la Biodiversidad.

Buscaba establecer condiciones económicas, técnicas, institucionales y legales para el desarrollo de empresas y productos comerciales basados en el uso sostenible de la biodiversidad, así como asignar capital semilla para pequeñas y medianas empresas de este sector. Aun cuando en la práctica no alcanzó su cometido, pues no se disponía de recursos financieros para hacerlo viable, el marco institucional en el que se desarrolló fue importante (CEPAL, 2019).

Ya para el 2017 en Bogotá se realizaría el primer foro nacional de bioeconomía, donde se propone desarrollar este modelo como un motor para el desarrollo integral del país aprovechando dos políticas públicas de ese momento: la Política de Crecimiento Verde y la Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); hasta que en el 2019 que se dio la implementación de una estrategia de bioeconomía.

Finalmente, estas políticas se van fortaleciendo y evolucionando creando el Plan de Acción de Bioeconomía quien apoya el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2030; donde se propone estrategias enfocadas en la gobernaza, capacidad de innovación y desarrollo y rol de la bioeconomía sobre la sostenibilidad ambiental.

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. A través de este enfoque, se busca aumentar la producción y aumentar los negocios con alto valor agregado. La comunicación destaca como uno de los elementos protenciados 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.

Colombia, en sus inicios dio prioridad a la medición de su biodiversidad para evaluar su vialibilidad. 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 enforque integral evidencia la planificación estratégica del país para aprovechar su potencial biológico de manera sostenible (Brenes, 2024).

Costa Rica

La apuesta de Costa Rica por avanzar hacia una ruta de desarrollo sostenible basado en la bioeconomía se convierte en una alternativa prometedora para alcanzar el objetivo de proyectar una Costa Rica con producción sostenible de alto valor agregado en todas sus regiones, centrada en el aprovechamiento justo y equitativo de su biodiversidad, el uso circular de la biomasa y en el progreso biotecnológico como sociedad del conocimiento.

> El país emprendió en el 2020 un camino pionero hacia la sostenibilidad y la innovación con el lanzamiento de la Estrategia Nacional de Bioeconomía 2020-2030 (ENBE), una ambiciosa iniciativa diseñada para redefinir el paradigma económico del país hacia uno basado en el conocimiento, la sostenibilidad y la resiliencia (MICITT, 2020).

En conjunto con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), se buscó crear una Estrategia Nacional con una seria consolidación legal e institucional y en conformidad de las regulaciones internacionales en este capo. Ya desde los años noventa, Costa Rica ha impulsado iniciativas relacionadas en la bioeconomía:

En el ámbito agropecuario destacan las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas (NAMA) en los sectores del café y la ganadería, y una NAMA energía-biomasa, como parte del VII Plan Nacional de Energía 2015-2030, cuyo objetivo es motivar el aprovechamiento de los residuos agrícolas orgánicos del sector agropecuario y agroindustrial para la creación de energías limpias (Aramendis *et al*, 2018).

A través del MICITT se lideró el proceso de elaboración de la Estrategia Nacional de Bioeconomía, en conjunto con el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Ambiente y Energía. Dicho proceso tiene como contexto el proceso de adhesión del país a la

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), como marco para la articulación de políticas públicas y de quehaceres institucionales; el desarrollo del Plan Nacional de Descarbonización, como alternativa para potenciar el uso pleno de la biomasa y los procesos productivos de la economía circular; la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible; el cambio estructural hacia una bioeconomía basada en el conocimiento y en la que se aprovechan los recursos de la biodiversidad; y la articulación público-privada en ámbitos relacionados con la bioeconomía.

Ahora bien, en el país existen tanto instituciones nacionales como internacionales que respaldan el tema. Sin embargo, se destaca la ausencia de una institución nacional dedicada exclusivamente a la bioeconomía lo que resulta en diferencias por ejemplo de oportunidades de financiamiento.

Además del MICITT, existen actores de la bioeconomía en Costa Rica, entre los cuales se encuentra el Instituto Nacional de Aprendizaje, institución autónoma que facilita carreras técnicas y cursos en bioeconomía; la Promotora de Innovación, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; externas como lo son Deep Science Venture, quien crea un programa nacional para crear empresas de alta tecnología en cuatro sectores farmacéutico, clima, agricultura y computación; la Fundación CRUSA, una organización privada costarricense independiente sin fines de lucro que impulsa el desarrollo sotenible e inclusivo; BIOFIN quienes movilizan finanzas en torno a la biodiversidad, entre otros.

Así como también, 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 polímeros o biorefinerías; siendo la Universidad Nacional la única universidad con un programa dedicado a la bioeconomía. Como lo menciona su programa el propósito 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, 2021).

Estrategia Nacional de Bioeconomía

La Estrategia Nacional de Bioeconomía se alinea con políticas globales como la Agenda 2030, el Acuerdo de París, el Convenio sobre Diversidad Biológica y la Convención de Lucha Contra la Desertificación. Se fundamenta en principios de inclusión social,

desarrollo territorial balanceado, agregación de valor y sostenibilidad. Sus objetivos estratégicos son hacer de Costa Rica un modelo de desarrollo sostenible, convertir la bioeconomía en pilar de transformación productiva y unir la riqueza biológica con la innovación científica.

La elaboración de la Estrategia Nacional de Bioeconomía se considera relevante puesto desarrolla instrumentos que facilitan la interacción entre nuevos emprendimientos bioeconómicos, diseña instrumentos financieros y no financieros para mejorar la capacidad de las empresas para responder y adaptarse al mercado internacional, fomenta la cultura de emprendimiento y promueve la colaboración público privada y regional multilateral.

La Estrategia Nacional de Bioeconomía fue 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" (MICITT, 2020). A su vez, se postula como una alternativa viable para mitigar las diferencias de desarrollo entre la región central y las áreas periféricas del país mediante los diversos ejes estratégicos y líneas de acción con la finalidad disminuirlas.

La Estrategia Nacional de Bioeconomía Costa Rica 2020-2030 se rige por 4 principios fundamentales: inclusión social, agregación de valor, diversificación, sofisticación productiva y creación de empleos "verdes" de calidad, desarrollo sostenible, y acción climática a partir de soluciones basadas en la naturaleza (Figura 4).

Figura 4 Principios y marco de políticas públicas de la Estrategia Nacional de Bioeconomía Costa Rica.

Nota: Estrategia Nacional de Bioeconomía (2020).

De la visión y principios orientadores se derivan 5 objetivos estratégicos y para su logro la Estrategia ha estructurado los siguientes ejes estratégicos:

1. Bioeconomía para el desarrollo rural
2. Biodiversidad y desarrollo
3. Biorrefinería de biomasa residual
4. Bioeconomía avanzada
5. Bioeconomía urbana y ciudades verdes.

A éstos se suman como ejes transversales la comunicación con la sociedad, la educación y desarrollo de capacidades, la investigación y desarrollo, los incentivos, financiamiento y atracción de inversión extranjera, y el acceso a mercados.

Su visión se encuentra en cimentar una Costa Rica con producción sostenible de alto valor agregado en todas sus regiones y biociudades emergentes, basada en el aprovechamiento justo y equitativo de su biodiversidad, el uso circular de la biomasa y en el progreso biotecnológico del país como sociedad del conocimiento. Y se rige bajo los siguientes principios (ENB, 2020):

- Inclusión social (género, juventud, población indígena) y desarrollo territorial balanceado.
- Agregación de valor, diversificación, sofisticación productiva y creación de empleos verdes de calidad.
- Desarrollo sostenible.
- Acción climática.

Cuyos objetivos estratégicos son (ENB, 2020):

- Convertir a Costa Rica en un país modelo en desarrollo sostenible, aprovechando sus recursos biológicos para promover la inclusión social y la equidad, el desarrollo territorial balanceado, la conservación, el conocimiento y uso sostenible de su biodiversidad, y la competitividad nacional.
- Hacer de la bioeconomía uno de los pilares de la transformación productiva de Costa Rica, promoviendo la innovación, la agregación de valor, la diversificación y la sofisticación de su economía, aplicando los principios de la bioeconomía circular y buscando la descarbonización fósil de los procesos de producción y consumo.
- Promover la convergencia entre la riqueza del país en recursos biológicos y el uso de capacidades nacionales en el ámbito de las ciencias biológicas para su valorización.

El proceso de elaboración de la Estrategia Nacional de Bioeconomía contó con tres etapas. La primera etapa consistió, según el MICITT (2020) 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).

d) Taller El potencial de la bioeconomía para la agricultura y el Desarrollo Rural de Costa Rica (IICA, 13 de diciembre de 2018).

Con base en los datos obtenidos durante la fase inicial, se formuló una propuesta de ejes estratégicos y líneas de acción (segunda fase). Esta se sometió a consulta durante los meses de abril y mayo del 2019 y durante este proceso de revisión involucró la realización de varios talleres. Finalmente en la tercera fase, se llevó a cabo un proceso de divulgación regional con apoyo del MIDEPLAN y Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Actualmente la Estrategia tiene una visión de 10 años, 2020-2030, y está prevista para implementarse en tres fases, que se pueden observar en la Figura 5.

Figura 5 Fases de implementación de la Estrategia Nacional de Bioeconomía.

Nota: Estrategia Nacional de Bioeconomía, 2020.

2.10 Oportunidades y desafíos

Oportunidades

Se destaca la importancia para la región sobre el enfoque de la bioeconomía, especialmente con el desarrollo de estrategias de innovación en el sector agropecuario y agroindustrial, potenciando capacidades y fomentando el uso de tecnologías diversificando la base económica e incrementando la agregación de valor. Por tanto, la bioeconomía, es una oportunidad para migrar de una economía de recursos fósiles al desarrollo de una economía diversificada y con alto valor agregado en el medio rural.

Se resalta el potencial de la bioeconomía como camino para la sostenibilidad, vínculado con la Agenda de Desarrollo 2030 para el Desarrollo Sostenible promoviendo nuevas opciones para el desarrollo agrícola y rural y la creación de empleos de calidad, nuevas cadenas de valor y posibilitando el desarrollo de pymes basadas en el conocimiento.

Además, América Latina presenta una diversidad de recursos y capacidades para el desarrollo de la bioeconomía en la región para lograr un equilibrio. Es acá donde cada país debe tomar la decisión de como gestionará los recursos de biodiversidad, le dará características de valorización, desarrollo de productos mediante transformaciones innovadoras y el desarrollo de mercados para productos a nivel local y regional.

Desafíos

Como se ha indicado la bioeconomía es una propuesta nueva. Como tal, tiene diversos aspectos en desarrollo, sin terminar o apenas iniciando su conceptualización, por tanto, esto deriva en que se ve enfrentada a múltiples desafíos. Por ejemplo, la bioeconomía ofrece una alternativa para abordar las desigualdades territoriales y sectoriales internas que afectan a la mayoría de los países (por ejemplo, agricultura versus industria, agricultura comercial versus agricultura familiar, rural versus urbano). El desafío es cómo gestionar las visiones y políticas para garantizar que es una vía alternativa para el progreso económico y social así como un sistema complejo de relaciones agrícolas e industriales que se unen para avanzar por un camino de desarrollo más sostenible.

Además, la bioeconomía ofrece por una parte los beneficios macroeconómicos de los que se pueden derivar un mejoramiento de la sostenibilidad ambiental pero también dentro de sus limitaciones regionales ofrece las oportunidades para lograr un aprovechamiento de la biomasa y de los productos tradicionales buscando lograr un crecimiento equitativo.

Por tanto, el reto es llevar el desarrollo económico a los territorios rurales mediante el impulso de la bioeconomía sobre los enfoques alternativos en la seguridad alimentaria, pobreza y desempleo entre otros; de manera inclusiva, para que mejore las oportunidades de éstas áreas, haciéndolos más competitivos y convirtiendo a la región no sólo en un sector central de desarrollo, sino que también que sirva de experiencia para otros sectores estratégicos.

Aunque no hay un modelo único para el desarrollo de la bioeconomía, el gran desafío es lograr una transición sostenible hacia ella en materia de gestión de recursos naturales, cambio climático, producción y consumo responsable, crecimiento económico, buena gobernanza y seguridad alimentaria.

El desarrollo de políticas e instituciones públicas relevantes para el desarrollo de la bioeconomía de la región, ya es un hecho. Sin embargo, el reto es lograr que los objetivos y las metas de las políticas públicas existentes coexistan y se alineen para promover la innovación y el emprendimiento.

Limitaciones

Dentro de las principales limitaciones se encuentran las barreras regulatorias se puede mencionar que existe una ausencia de marcos normativos, burocracia para el acceso a procesos regulatorios, desconocimiento para cumplir las regulaciones en los mercados meta o incompatibilidad de reglamentaciones entre productos convencionales y bioproductos.

Existen barreras que limitan el acceso al mercado como por ejemplo barreras técnicas al comercio, debilidades en propiedad intelectual, ausencia de trazabilidad o falta de homologación en las normas entre los países exportadores e importadores.

Barreras analíticas o de falta de estudios técnicos y científicos para cumplir con las regulaciones en los países de destino; barreras logísticas, relacionadas con la obtención de certificaciones de exportación, etiquetas y sellos (por ejemplo, laboratorios certificados, certificación de buenas prácticas de manufactura); barreras económicas, debido al alto costo involucrado para cumplir con los requisitos de los sellos o esquemas de certificación; y barreras de percepción, debido a la necesidad del productor de demostrar a los consumidores finales que su producto es inofensivo y seguro (CEPAL, 2019).

La bioeconomía requiere por otra parte de cambios en los niveles productivos y de gestión, por lo tanto, requiere aprovechar nuevos conocimientos, tecnología e innovación para aprovechar los recursos naturales más eficientemente, sin embargo, todo esto será insuficiente si no se utiliza eficazmente sobre los patrones de producción existentes y sin compromiso de los responsables.

Finalmente, una falta de recursos económicos, públicos y privados, limitan cualquier fase de investigación, desarrollo, innovación e inversión de la bioeconomía local, nacional y regional. Además, tanto a nivel de la región como en Costa Rica, la infomación disponible sobre las prácticas adoptadas en productividad y sostenibilidad bajo la premisa de innovación y desarrollo en el sector público y privado.

Asimismo, las políticas públicas y programas de cooperación internacional, es escasa y parcial las cuales no reflejan el arduo trabajo que se ha hecho para reflejarse a nivel competitivo y económico de los mercados actuales. Al igual que la falta de confianza generada por desconocimiento sobre los productos y su bioseguridad y la escasa conciencia sobre los beneficios de acceder este tipo de productos con una menor huella fósil.

Necesidades

Para enfrentar las limitaciones identificadas es necesario desarrollar acciones en los ámbitos de políticas y regulaciones, investigación y desarrollo, innovación y fomento del emprendimiento, valorización de recursos biológicos y acceso y desarrollo de mercados, comunicación, concientización y participación, e información, seguimiento y evaluación.

Por ejemplo, a través de los procesos se debe fomentar la participación de todos los actores relevantes locales, nacionales y regionales, que permitan el desarrollo y diseño de políticas y ajuste de programas tanto en la educación formal como técnica, orientados en desarrollar las capacidades tecnológicas y de innovación para potenciar y diversificar la bioeconomía y sus nuevas cadenas de valor.

Se reconoce por otra parte, la necesidad de fomentar la colaboración regional para incluir medidas adecuadas de mercado y política para los nuevos productos, servicios y empleos con base bioeconómica así como desarrollo de acciones facilitadoras en el desarrollo de conocimientos especializados sobre la gestión de propiedad intelectual y mejora de comunicación e integración de la ciencia e industria.

Tal como lo destaca la Segunda Cumbre Global de Bioeconomía, en Berlín 2018: “también se reconoce la necesidad de una mayor colaboración multilateral e intersectorial en proyectos de investigación y desarrollo en bioeconomía con metas comunes, con el fin de fomentar un mejor uso de los fondos públicos nacionales y apoyar la transferencia de conocimiento”. Esto en vista que en la región existe diversidad entre países pero no necesariamente tienen la misma infraestructura de ciencia y tecnología para aprovechar todo el potencial que la región ofrece.

CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque

Al definir el enfoque de la investigación, se busca establecer la naturaleza del estudio desde el momento en que se define el tema, el planteamiento de problema de investigación hasta el desarrollo teórico, metodológico y análisis e interpretación de datos. Según Hernández *et al* (2014), los enfoques "constituyen posibles elecciones para enfrentar problemas de investigación".

En este trabajo el enfoque propuesto es cualitativo en vista se busca profundizar significados y experiencias de los hechos y se pretende con ello construir un conocimiento.

Los investigadores que utilizan el método cualitativo buscan entender una situación social como un todo, teniendo en cuenta sus propiedades y su dinámica. En su forma general, la investigación cuantitativa parte de cuerpos teóricos aceptados por la comunidad científica, en tanto que la investigación cualitativa pretende conceptuar sobre la realidad, con base en la información obtenida de la población o las personas estudiadas (Bernal, 2010).

Por tanto, el propósito fundamental de esta investigación científica es generar conocimiento nuevo sobre la bioeconomía para que sirva para la solución de problemas teóricos o prácticos respondiendo a los objetivos específicos.

3.2 Diseño

De acuerdo con Hernández *et al*. (2014), el diseño de estudio se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea, con el fin de responder al planteamiento del problema. Así, se define como los métodos y técnicas elegidas por el investigador para combinarlos de una manera para que el problema de la investigación sea manejado de manera eficiente.

Por lo tanto, el método de estudio empleado es el diseño descriptivo. Este enfoque lleva su nombre porque se enfoca en detallar las características inherentes al problema o situación bajo estudio, ofreciendo una visión completa de las dimensiones, acontecimientos y contexto actual del tema en cuestión. Según Bernal (2010), este tipo de diseño se explica de la siguiente manera:

> La investigación descriptiva es uno de los tipos o procedimientos investigativos más populares y utilizados por los principiantes en la actividad investigativa [...] En tales estudios se muestran, narran, reseñan o identifican hechos, situaciones, rasgos, características de un objeto de estudio, o se diseñan productos, modelos, prototipos, guías, etcétera, pero no se dan explicaciones o razones de las situaciones, los hechos, los fenómenos, etcétera. (p.113)

Es por esto por lo que, se da la elección del diseño tipo descriptivo, dado que se busca describir y analizar la importancia de la bioeconomía avanzada como modelo de desarrollo industrial, inclusivo y sostenible sobre los sistemas productivos de la República de Costa Rica durante el periodo 2017-2023.

3.3 Las Fuentes de Información

Las fuentes de información hacen referencia a todos los medios utilizados para la recolección de la información necesaria para realizar un buen estudio de la investigación y brindar un efectivo y amplio conocimiento de ésta. Para efecto de esta investigación se seleccionaron las fuentes de información apropiadas y necesarias con el fin de poder apoyar los temas de la investigación en su totalidad.

3.3.1 Fuentes Primarias

Según Ortega (2021) “Las fuentes primarias ofrecen un relato de primera mano sobre un acontecimiento o un periodo de tiempo y se consideran fidedignas. Representan el pensamiento original, informan sobre descubrimientos o acontecimientos o pueden compartir información nueva”.

Esta investigación plantea como una de las fuentes primarias las entrevistas, debido a que las respuestas obtenidas generan información de primera mano. Así mismo como parte de las fuentes primarias consultadas para el desarrollo respectivo de esta investigación se encuentran:

- Libros.
- Periódicos digitales.
- Revistas científicas.
- Documentos oficiales del gobierno.

- Informes de investigación del sector público y privado.

3.3.2 Fuentes Secundarias

Las fuentes secundarias tienen su base a partir de la información obtenida en las fuentes primarias analizando e interpretando los datos ya establecidos por los distintos investigadores. Según Ortega, (2021) "Las fuentes secundarias proporcionan información de segunda mano y a menudo ofrecen explicaciones sobre las fuentes primarias. Analizan, interpretan y reafirman la información de las fuentes primarias". (pp.)

Ahora bien, como parte de las fuentes secundarias consultadas en esta investigación se encuentran:

- Artículos en sitios web
- Trabajos de investigación.
- Tesis.
- Resúmenes o revisiones bibliográficas.
- Documentales.

3.4 Población

La población de una investigación está compuesta por todos los elementos (personas, objetos, organismos) que participan del fenómeno que fue definido y delimitado en el análisis del problema de investigación. La población tiene la característica de ser estudiada, medida y cuantificada, y es conocida como Universo. Según Arias (2012) se define "una población como el conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio".

En la selección de la población de estudio debe considerarse la homogeneidad, debido a que se requiere que toda la población presente las mismas características según las variables que se estudiarán. También la temporalidad, porque situaremos esa población de estudio en un periodo específico. Es importante especificar la población de estudio porque al concluir la investigación a partir de una muestra de dicha población, será posible generalizar o extrapolar los resultados obtenidos del estudio hacia el resto de la población o universo.

Un sistema productivo en la bioeconomía se refiere a un conjunto de actividades y procesos que utilizan recursos biológicos para generar productos, servicios y energía de manera sostenible. Este enfoque busca integrar la economía con la biología, promoviendo el uso eficiente y responsable de los recursos naturales y favoreciendo la conservación del medio ambiente y pueden incluir cultivo de alimentos, fibra, biomasa, uso de organismos vivos o sus componentes, para la gestión sostenible y la conservación de la biodiversidad. En esta investigación la población de interés serán los Sistemas Productivos de la República de Costa Rica y su temporalidad será entre los años 2017 y 2023.

La muestra es un subconjunto de la población que se selecciona para el estudio, permitiendo hacer inferencias sobre la población total sin necesidad de analizarla en su totalidad. Según Arias en su revisión del 2012 define la muestra como "un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible".

Por tanto, en la investigación la muestra está compuesta por un número representativo de empresas e industrias específicas que implementan la bioeconomía avanzada en sus modelos operativos y son seleccionadas de la población para el análisis además de que serán tomados en cuenta los criterios profesionales de expertos en el tema de bioeconomía avanzada.

Tabla 5 Funcionarios Entrevistados

Entrevistado	Puesto	Razón
No. 1	Mgrt. Jorge Alberto Rodríguez Murillo, Economista con énfasis en Finanzas	Economista de, profesional con amplia experiencia en el análisis, evaluación y diseño de las políticas públicas para promover el uso sostenible de recursos biológicos e impulsar el desarrollo sostenible y la transición de una economía basada

		en combustibles fósiles a una economía basada en la biología.
No.2	Msc. Adolfo Aguilar Herrera, Internacionalista con mención en Medio Ambiente y Desarrollo.	Profesional de la carrera, con una agenda ampliamente actualizada e informada acerca de las implicaciones de la bioeconomía en el marco geopolítico global, aportando al análisis referente a como éste modelo repercute sobre los sistenas productivos de Costa Rica.
No. 3	Lic. Oscar Quesada Mora, Economista de la División de Investigación Económica y Mercados del Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC)	La Estrategia Nacional de Bioeconomía es el resultado de un proceso interinstitucional y participativo, que contó con el aporte de los diversos sectores de la sociedad costarricense. Se entrevistaron a numerosos expertos y representantes de las áreas de ciencia y tecnología, tanto públicas como privadas, y se realizaron

		talleres, actividades de consulta y de divulgación. La coordinación del proceso estuvo a cargo de un Comité Interministerial de Bioeconomía (CIB), del que este economista colaboró con sus conocimientos, asesoría y experiencia.

Nota: Elaboración propia.

3.5 Unidad de Análisis

La bioeconomía avanzada en los sistemas productivos de la República de Costa Rica durante los años 2017 y 2023.

3.6 Instrumentos

Los instrumentos de investigación son las herramientas que se utilizan para la recolección de datos, la cual se basa en la muestra seleccionada y con un correcto análisis se aporta conocimiento a la investigación. Esta debe estar vinculada y alineada a la selección del diseño de investigación y la muestra apropiada al problema de investigación propuesto. La selección de estos instrumentos presenta un plan detallado del procedimiento que conduce al investigador a cumplir con los objetivos específicos.

Son herramientas valiosas para la recopilación de información y la obtención de una comprensión más profunda y precisa de un tema de estudio. Esta herramienta ayuda a los investigadores a recopilar datos objetivos, a evaluar y comparar diferentes grupos o poblaciones. Sin duda, los instrumentos de investigación son un aparte esencial del proceso de investigación y juegan un papel clave en la obtención de información precisa y confiable (Martel, *et al*, 2023).

De acuerdo con lo expuesto por Tamayo (2007, 51), “el instrumento se define como una ayuda o una serie de elementos que el investigador construye con la finalidad de obtener información, facilitando así la medición de los mismo”. Por las características de la investigación se considera como instrumento de recolección de datos la revisión bibliográfica y la entrevista profesional.

3.6.1 Revisión Bibliográfica

Una revisión bibliográfica es parte del proceso de investigación en el ámbito académico. Es la guía para el abordaje del tema en una investigación y puede ofrecer un panorama general del tema y sus antecedentes, además ofrece conceptos, experiencias, tendencias de la investigación al mismo tiempo que presentan las dificultades o limitaciones que puedan suscitar.

La revisión bibliográfica es un paso previo que se da antes de comenzar a realizar una investigación. Con la revisión bibliográfica nos aproximamos al conocimiento de un tema y es en sí la primera etapa del proceso de investigación porque nos ayuda a identificar qué se sabe y qué se desconoce de un tema de nuestro interés (Guirao, 2015).

Con la revisión bibliográfica nos aproximamos al conocimiento de un tema, nos indica cuál es el estado actual del mismo y nos ayuda a generar nuevas ideas, propósitos y recomendaciones con respecto al mismo. Una buena revisión debe ser actual, debe aportar documentos determinantes y relevantes a la investigación, debe presentar conocimientos de forma crítica y debe evidenciar tanto las limitaciones como las sugerencias para el mejor desarrollo de este.

En la revisión se realiza una valoración crítica de otras investigaciones sobre un tema determinado, proceso que nos ayuda a poner el tema en su contexto. Si deseamos realizar una verdadera revisión integral de la literatura, el trabajo que realicemos debe ofrecer al lector un resumen conciso, objetivo y lógico del conocimiento actual sobre un tema en particular (Machi, 2009).

3.6.2 Entrevista profesional

La entrevista es una técnica de investigación que involucra la interacción directa entre el entrevistador y el entrevistado con el objetivo de obtener información y opiniones

detalladas sobre un tema específico. Ésta es de suma importancia para la recolección de datos. Para Denzin y Lincoln (2005, p. 643, tomado de Vargas, 2012) la entrevista es "una conversación, es el arte de realizar preguntas y escuchar respuestas". Es muy utilizada en investigación social y como técnica de recogida de datos, está fuertemente influenciada por las características personales del entrevistador.

Este instrumento es más eficaz que el cuestionario porque obtiene información más precisa, completa y profunda. Hay diferentes tipos de entrevistas: la estructurada, en la que se hacen preguntas específicas y predecibles y la entrevista no estructurada, es la que se permite una conversación más flexible y no guiada.

En las entrevistas estructuradas o enfocadas las preguntas se fijan de antemano, con un determinado orden y contiene un conjunto de categorías u opciones para que el sujeto elija. Se aplica en forma rígida a todos los sujetos del estudio. Tiene la ventaja de la sistematización, la cual facilita la clasificación y análisis, asimismo, presenta una alta objetividad y confiabilidad. Su desventaja es la falta de flexibilidad que conlleva la falta de adaptación al sujeto que se entrevista y una menor profundidad en el análisis (Díaz-Bravo, 2013).

3.7 Recolección

La recolección de datos es un proceso fundamental en la investigación, que consiste en la obtención de información relevante y precisa para analizar y responder preguntas específicas, validar hipótesis o tomar decisiones informadas. Existen diferentes métodos y técnicas para llevar a cabo la recolección de datos, que pueden variar según el enfoque de la investigación (cualitativa o cuantitativa) y el tipo de datos que se requieren (primarios o secundarios). Según se plantea:

> La investigación no tiene significado sin las técnicas de recolección de datos. Estas técnicas conducen a la verificación del problema planteado. Cada tipo de investigación determina las técnicas a utilizar y cada técnica establece sus herramientas, instrumentos o medios que serán empleados. Los instrumentos que se construyeron llevaron a la obtención de los datos de la realidad y una vez recogidos podrá pasarse a la siguiente fase del procesamiento de datos (Bavaresco, 2006, p.95).

Consecuentemente, dicho procesamiento de datos se realiza a través de las fases de la investigación se ejecutan la:

- Selección del tema de investigación
- Ejecución del tema de investigación
- Recolección de datos bibliográficos
- Entrevista a profundidad
- Desarrollo de la información
- Conclusiones y recomendaciones

A partir de lo expuesto anteriormente, se posibilita la ejecución de un estudio fundamentado en el conocimiento teórico y práctico, mediante el análisis de fuentes bibliográficas confiables, certeras y de relevancia, y la realización de entrevistas exhaustivas. La aplicación de estos métodos combinados permite abordar los objetivos de investigación propuestos, y, a su vez, responder a la pregunta central planteada sobre la importancia de la bioeconomía avanzada como modelo de desarrollo industrial, inclusivo y sostenible sobre los sistemas productivos de la República de Costa Rica durante el periodo 2017-2023.

CAPITULO IV – ANÁLISIS DE DATOS

En el presente capítulo se procederá a analizar e interpretar la información recopilada a lo largo de toda esta investigación según los instrumentos ya establecidos en el capítulo anterior, se busca dar a conocer diferentes opiniones y puntos de vista que se presentan sobre este tema y como se ha ido vinculando con el material ya recopilado. Todo esto con el fin de poder mostrar los resultados sobre esta investigación y así generar una mejor comprensión de lo investigado y analizado.

Cabe mencionar que cada uno de los argumentos que aportaron los expertos entrevistados son de suma importancia, ya que brindan puntos de vista diferentes según la experiencia que cada uno posea para brindar un análisis más amplio de toda la información recolectada en los capítulos anteriores.

Para el desarrollo de una buena investigación se deben de generar objetivos, por lo cual a continuación, se desarrolla cada uno de ellos donde se elabora una explicación amplia basada en los datos brindados por los entrevistados y por parte del análisis realizado.

Objetivo 1: Definir el concepto de bioeconomía con sus ejes estratégicos sobre los sistemas productivos en la República de Costa Rica.

A partir de la primera definición dada por Nicholas Georgescu-Roegen en 1977 en el que destaca el origen biológico de los procesos económicos, la definición ha cambiado sustancialmente, puesto que él plantea una dependencia de la humanidad a la cantidad limitada de recursos que se utilizan para producir los bienes y servicios para satisfacer las necesidades biológicas y psicológicas de las personas de manera individual y social.

> La concepción actual, que destaca la relevancia de los recursos biológicos como la base material y energética de la economía —sin restarle importancia a las biotecnologías— se articuló en varios eventos y documentos de la Unión Europea, durante la segunda mitad de esa misma década, y de los cuales surgió el concepto de una bioeconomía basada en el conocimiento (Mc Cormick y Kautto, 2013).

La Bioeconomía es un cambio paradigmático de la evolución de las disciplinas cuya principal tarea es investigar los problemas que surgen del impacto de la empresa humana sobre el medio ambiente. Estos problemas no se deben sólo a causas puramente biológicas ni sólo a causas puramente económicas. Se deben, más bien, a las interacciones entre estas causas; es decir son bioeconómicas. El cambio paradigmático se hace necesario para hacer visible lo invisible.

De esta manera el Mgrt. Jorge Rodríguez, economista y financiero opina que "la bioeconomía rompe un paradigma en el cual el sistema económico era un sistema cerrado y se empieza a considerar los desechos para transformarlos; esa es la base de la bioeconomía: cuando hay conocimiento de la economía ecológica". Esto por cuanto la bioeconomía representa un cambio significativo en la manera de entender y aplicar la economía, moviéndose hacia un modelo que prioriza la sostenibilidad, la innovación y la responsabilidad social, lo que la convierte en un enfoque disruptivo en comparación con el paradigma económico tradicional.

Como se ha mencionado la tendencia de la bioeconomía es un cambio de paradigma en nuestro sistema de creencias que impulsa todas las actividades socioeconómicas, biológicas e incluso éticas. Es la ciencia que define el límite de la actividad socioeconómica por debajo del cual un sistema biológico puede utilizarse sin poner en peligro las condiciones para su reproducción y, por lo tanto, su sostenibilidad.

Con la Estrategia Nacional de la Bioeconomía 2020 – 2030, la definición radica en que: "La bioeconomía es la producción, utilización, conservación y regeneración de recursos biológicos, incluyendo los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados con dichos recursos, para proporcionar información, productos, procesos y servicios a todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible".

Lo expuesto por Msc. Adolfo Aguilar ratifica lo anterior: “Para mi este concepto se diferencian en que la bioeconomía se constituye en una redefinición postmoderna de todos los conceptos, apartados, convenciones y acuerdos bi-multi y plurinacionales de los últimos 30 años. Esta redefinición es adaptada y articulada a los objetivos de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible incorporando conceptos de inclusión social, género y territorialidad; así como de empleos verdes, huella de carbono, valor agregado a productos amigables con el ambiente y diversificación de nuevas tecnologías limpias. Lo anterior surge por una falta o inexistencia de compromiso de las potencias comerciales como lo son USA y China a los acuerdos internacionales como los de Kioto y Johannesburgo”.

La diferencia de este modelo respecto a otros modelos “radica principalmente en tres aspectos fundamentales: a. los recursos biológicos b. los procesos y principios biológicos que lo sustentan como el biomimetismo y la innovación sostenible más inteligente e inspirada en la naturaleza, pero sobre todo en c. el nuevo nivel de conocimiento y las nuevas tecnologías que se están implementando en este momento en los desarrollos y procesos de cada una de sus de instancias” según lo citado por Msc. Adolfo Aguilar.

Por otra parte nos amplia más el panorama “Costa Rica se caracteriza por ser un país líder en el fomento del desarrollo sostenible, una de las iniciativas que nos han posicionado de esta manera es la atención que han dado los gobiernos al ambiente y las formas de instaurar una economía que contemple un vínculo y difusión de las prácticas proambientales” nos indica el Mgrt. Jorge Rodríguez.

Es así como la bioeconomía y la economía ambiental son complementarias y pueden trabajar juntas para promover un modelo económico que sea sostenible y respetuoso con el medio ambiente centrándose en la producción y el uso sostenible de recursos biológicos para producir alimentos, productos y energía promoviendo un desarrollo económico que sea sostenible y que minimice el impacto ambiental y analizando cómo las actividades económicas afectan el entorno natural y cómo las políticas pueden ser diseñadas para mitigar estos efectos.

Como lo menciona el economista Jorge Rodríguez “la bioeconomía aparece como una herramienta para maximizar el uso de los recursos bajo el principio de energía y materia y que solucione problemáticas como el empleo y que no se destruya más el medio ambiente bajo una línea de construcción lineal industrial”.

Por tanto, ante todo lo expuesto la definición de la bioeconomía es un concepto social, dinámico y complejo que se refiere a la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, así como a la transformación de estos recursos en productos y servicios con el objetivo de fomentar un desarrollo sostenible que integre la economía con la biología, aprovechando la biodiversidad y los ecosistemas para promover la innovación y la competitividad en sectores como la agricultura, la silvicultura, la pesca, la biotecnología y la producción de energía renovable, minimizando el impacto ambiental, promoviendo así un uso más eficiente y responsable de los recursos naturales, abordando los desafíos globales como el cambio climático, la escasez de recursos y la seguridad alimentaria y que cada país y región lo adapta a sus necesidades.

Para profundizar e impulsar un modelo de bioeconomía es necesario establecer los ejes estratégicos de desarrollo, que serán fundamentales para que no sólo sea viable económicamente, sino que también promueva la sostenibilidad y el bienestar social. Cabe aclarar que pueden variar según el contexto y el enfoque de cada país o región, pero generalmente incluyen: bioeconomía para el desarrollo rural, biodiversidad y desarrollo, biorefinería de residuos y biomanufactura, bioeconomía avanzada, bioeconomía urbana y ciudades verdes.

Dichos ejes se encuentran contemplados en Costa Rica en la Estrategia Nacional de la Bioeconomía 2020 – 2030, donde se busca el desarrollo rural y social fortaleciendo las economías locales y mejorando la calidad de vida en las zonas rurales mediante el apoyo a las comunidades en la producción y comercialización de recursos biológicos lo que también implica la promoción de empleo y la inclusión social.

> La Estrategia Nacional de Bioeconomía reconoce que las actividades agropecuarias, pesqueras y forestales son fundamentales para el desarrollo de las zonas rurales y para la economía del país. La Estrategia destaca que para fortalecer esa contribución es fundamental diversificar las actividades productivas e incrementar la agregación de valor en las zonas en donde se lleva a cabo la producción, eliminando disparidades regionales y fomentado sinergias (ENB, 2020).

En cuanto a la biodiversidad y desarrollo se busca promoviendo prácticas agrícolas y de producción que respeten y preserven la diversidad biológica, fomentar la investigación y el desarrollo de productos que utilicen recursos biológicos de manera responsable y se incentiva políticas que reconozcan el valor económico de la biodiversidad y promuevan su conservación. Sin una biodiversidad saludable, la capacidad de la bioeconomía para prosperar y contribuir al desarrollo sostenible se ve comprometida.

> Bajo esta línea de acción la Estrategia Nacional de Bioeconomía propone el uso sostenible de la biodiversidad y bioturismo en corredores biológicos, el fomento de los servicios ecosistémicos, la bioprospección y aprovechamiento económico de los recursos genéticos y bioquímicos de la biodiversidad y el desarrollo de aplicaciones de tecnologías digitales sobre áreas de conservación y la belleza escénica natural del país (ENB, 2020).

Mientras que en el tema de biorefinería de residuos y biomanufactura son conceptos interrelacionados que se enfocan en la utilización sostenible de los recursos biológicos para la producción de bienes y servicios, minimizando el impacto ambiental y promoviendo la economía circular. Este proceso busca convertir biomasa residual (como residuos agrícolas, forestales, industriales y urbanos) en productos útiles, incluyendo biocombustibles, bioproductos químicos y materiales, buscando no sólo la valorización de los residuos, sino también la reducción de la dependencia de combustibles fósiles. De esta manera impulsa a ofrecer soluciones innovadoras y sostenibles que pueden ser escaladas y adoptadas en diferentes sectores. En conjunto, estos enfoques promueven un desarrollo económico más sostenible y responsable, alineado con los objetivos de desarrollo sostenible.

> Un objetivo central de la bioeconomía es reducir el uso de energía y recursos de origen fósil. El concepto de biorrefinería es central en el modelo productivo que impulsa la bioeconomía para alcanzar dicho objetivo. La biorrefinería es el equivalente a una refinería petroquímica, pero se diferencia en que utiliza insumos biológicos. Una biorrefinería permite la producción conjunta de bioenergía y bioproductos, a partir de la optimización de la cascada de usos de la biomasa, tanto de biomasa cultivada como de biomasa de desechos (Chavarría, 2019, p.18).

La bioeconomía avanzada se refiere a un modelo económico que crear 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.

> Las principales capacidades científicas del país se encuentran precisamente en el ámbito de las ciencias biológicas y ambientales, con las mayores fortalezas de investigación académica en bioquímica, genética y ciencias médicas (OCDE, 2017)

La bioeconomía urbana y las ciudades verdes son conceptos interrelacionados que buscan transformar las áreas urbanas hacia modelos más sostenibles y resilientes, aprovechando los recursos biológicos de manera eficiente y respetuosa con el medio ambiente y promoviendo una mejor calidad de vida para sus habitantes.

Esto incluye la producción de alimentos, biocombustibles, biomateriales y energía renovable dentro del entorno urbano y una serie de estrategias y características, tales como: promoción de espacios verdes que mejoren la biodiversidad urbana y ofrezcan espacios de recreo; fomentar la movilidad sostenible, implementar tecnologías y prácticas que reduzcan el consumo de energía y promuevan el uso de energías renovables, desarrollar sistemas de reciclaje y compostaje que minimicen la cantidad de residuos y promover edificaciones que utilicen materiales sostenibles y técnicas de construcción eficientes.

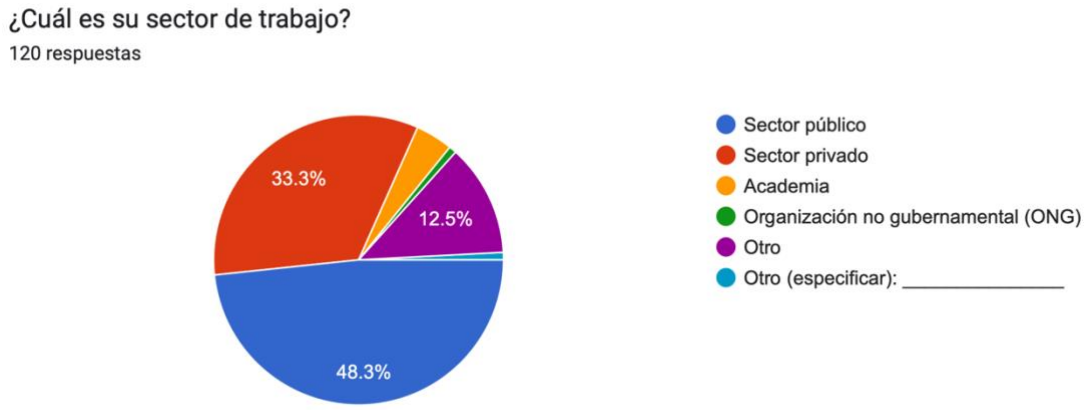
> América Latina es la región en desarrollo más urbanizada del mundo. Costa Rica no es la excepción, con una población urbana de alrededor de 60%, según el último Censo Nacional de Población. La bioeconomía urbana es un ámbito emergente y nace por la necesidad de enfrentar los retos que plantea una urbanización rápida y desordenada. Al hablar de bioeconomía urbana, debemos destacar los conceptos de biociudad, o ciudad basada en principios biológicos; principios biológicos en el diseño urbano; y fundamentos de economía circular en el manejo de residuos urbanos. (ENB, 2020).

Como se explicó anteriormente la bioeconomía, más que un sector, es una red de cadenas de valor interconectadas, que incluyen la totalidad de las actividades involucradas. Sin embargo a pesar de lo anterior, aunque la temática ha tomado fuerza en el siglo XXI y fue propuesta por el rumano Georgescu-Roegen en 1975 y cada Estado ha ido adaptándolo o modificándolo de acuerdo con sus necesidades y oportunidades a la luz de esto, resulta vital rescatar que, la población en general desconoce el concepto.

Para objetivizarlo se completó una encuesta aleatoria a la población en general (con muestra total de120 personas) a las que se les preguntó sobre su sector de trabajo y si conocían el concepto de bioeconomía y desarrollo sostenible, obteniéndose los siguientes resultados:

En el Gráfico 1 se les pregunta sobre su sector de trabajo, del cual se documenta un 48.3% (58 personas) pertenecen al sector público y un 33.3% (40 personas) al sector privado, otro 12.5% (15 personas) en otras actividades, un 4,2% como estudiantes (5 personas), 1 persona como trabajadora de una ONG (0.8%) y 1 persona que no especifica su sector (0.8%). Esto es importante puesto para la bioeconomía el sector puede determinar su capacidad para influir en la sostenibilidad, la innovación, la cadena de valor, las políticas y la educación en torno a la utilización eficiente y responsable de los recursos biológicos.

Gráfico 1¿Cuál es su sector de trabajo?

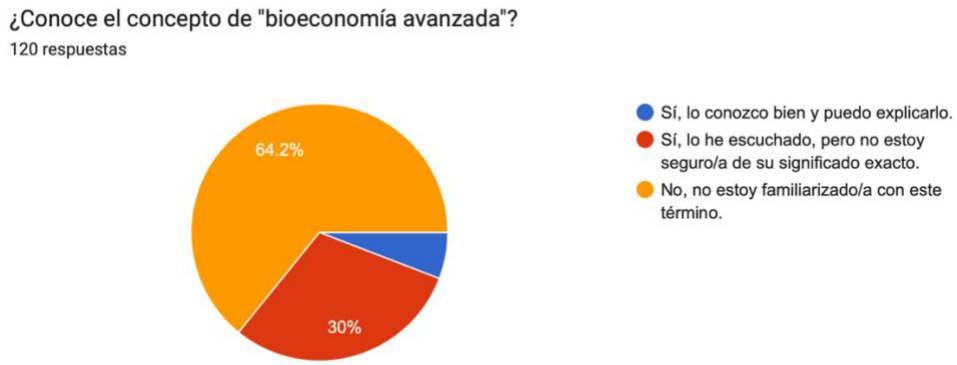


Nota: Elaboración Propia, 2025.

En el Gráfico 2 cuando se le pregunta sobre el concepto de bioeconomía avanzada, un 64,2% (77 personas) indican que no están familiarizados con el término, mientras que un 30% (36 personas) si lo ha escuchado mas no manejan su significado exacto y un 5,8% (7 personas), la minoría, lo conoce lo suficiente como para poder explicarlo.

A pesar de su importancia y potencial, existen varias razones por las cuales el concepto de bioeconomía aún puede ser poco conocido o no ampliamente comprendido, entre ellos que muchos sistemas educativos no incluyen la bioeconomía como parte de su currículo, lo que lleva a una falta de conocimiento general sobre el tema. Además, de que la conciencia pública sobre la sostenibilidad y la economía circular todavía está en desarrollo y que algunos sectores económicos tradicionales pueden ver la bioeconomía como una amenaza y, por lo tanto, pueden no promover su desarrollo. Esto puede llevar a una resistencia al cambio y a una falta de inversión en iniciativas de bioeconomía.

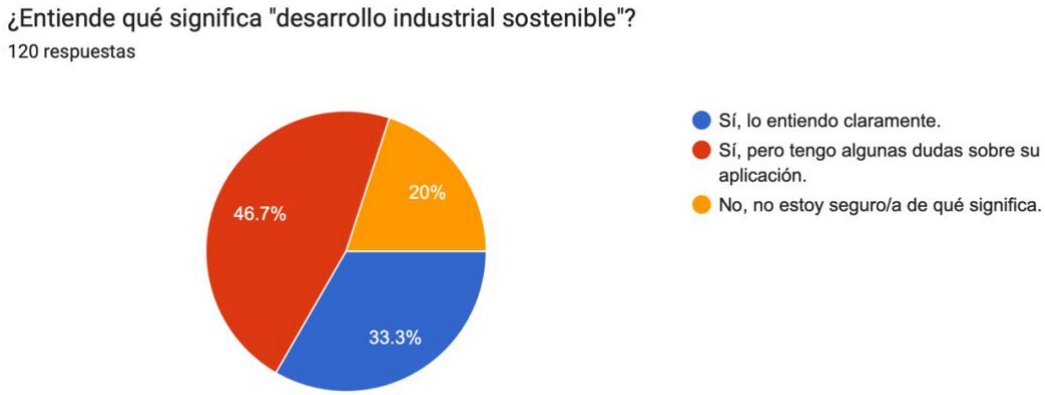
Gráfico 2 ¿Conoce el concepto de bioeconomía avanzada?



Nota: Elaboración Propia, 2025.

Por otra parte en el Gráfico 3 cuando se le pregunta sobre el concepto de desarrollo industrial sostenible, un 46,7% sí lo entiende pero tiene dudas sobre su aplicación, mientras que un 33,3% lo entiende claramente y un 20%, nada despreciable, no está seguro de que significa. Esto puede deberse a que el concepto de desarrollo industrial sostenible es relativamente reciente sin embargo su educación no está integrada en los planes de estudio, existe falta de sensibilización y muchos mitos y desinformación sobre lo que significa realmente la sostenibilidad. Esto puede llevar a una falta de comprensión sobre la importancia de equilibrar el crecimiento industrial con la protección del medio ambiente.

Gráfico 3 ¿Entiende qué significa desarrollo industrial sostenible?



Nota: Elaboración Propia, 2025.

Objetivo 2: Explicar el desarrollo económico de la bioeconomía avanzada como modelo de desarrollo industrial y sostenible sobre los sistemas productivos en la República de Costa Rica durante el periodo 2017-2023.

La bioeconomía es una respuesta a cuatro retos globales emergentes y convergentes: el incremento de la población mundial, el aumento en la demanda global de biomasa que agrava la escasez de recursos naturales; la evidencia creciente de que la era del petróleo y la energía barata está por acabar, y las preocupaciones sobre el cambio climático. Esta situación evidencia que continuar con el mismo modelo de desarrollo no es una opción y que la bioeconomía será una herramienta indispensable para cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas

La incorporación de la bioeconomía en estrategias de desarrollo productivo, y el surgimiento del concepto de una bioeconomía, sin duda influirán en la elaboración de políticas futuras para el desarrollo de la bioeconomía en la región. Por un lado, hay un reconocimiento de que el desarrollo de la bioeconomía debe ser parte de la renovación de las políticas de desarrollo productivo, por su potencial para diversificar y complejizar las estructuras productivas y para incrementar la agregación de valor, y haciéndolo de una manera sostenible.

Y por otro, se reconoce que la bioeconomía puede ser la base de medios de vida sostenibles e inclusivos para poblaciones cuyo sustento proviene del uso sostenible de la biodiversidad y sus elementos, contribuyendo a su conservación y restauración, sin renunciar a consideraciones de eficiencia y rentabilidad y al rol del mercado.

Se han identificado algunos senderos productivos que conducen a producir y a reducir el impacto ambiental, aunque los procesos se encuentran en proceso de maduración (Tabla 6):

Tabla 6 Senderos Productivos de la Bioeconomía

Senderos Productivos	Desarrollo
Valorización de los recursos de la biodiversidad	Valor a través de procesamiento o transformación innovadora, desarrollo de mercados para productos, uso de rasgos funcionales y desarrollo de nuevos productos locales, etc.
Ecointensificación	Prácticas agronómicas dirigidas a reducir el impacto ambiental de las actividades agrícolas sin sacrificar los niveles existentes de producción/productividad
Aplicaciones de la biotecnología (productos y procesos)	Incluye el cultivo de tejidos, la selección asistida por marcadores (en cultivos y animales), semillas genéticamente modificadas, diagnóstico molecular, mejoramiento de reproducción animal a través de técnicas moleculares, enzimas modificadas, microorganismos y levaduras, etc.
Servicios ecosistémicos	Incluye los procesos a través de los cuales el ambiente suministra los recursos utilizados por los humanos
Eficiencia de las cadenas de valor	Reducen las pérdidas por residuos y desarrollo de los vínculos con mercados necesarios para los bioproductos innovadores.
Biorrefinerías y bioproductos	Sector de la bioenergía y a los procesos que apuntan a la sustitución de combustible fósil como insumo industrial

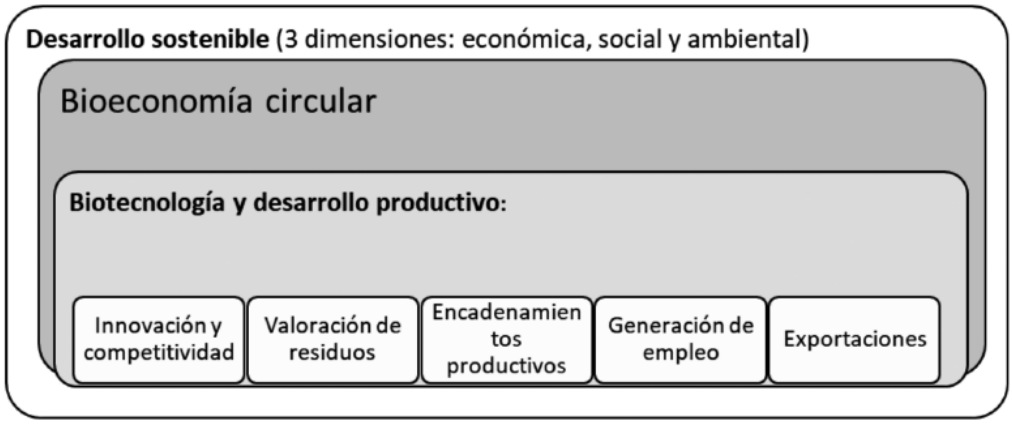
Nota: Elaboración Propia, 2025.

Por dicha razón el enfoque bioeconómico se convierte en el motor de la transformación hacia la sostenibilidad en un contexto de economía circular, por lo que es indispensable un enfoque más sistemático, intersectorial e internacional, con políticas públicas de apoyo decidido hacia este modelo. Esto representa una gran oportunidad para todos los sectores y actividades productivas, que pueden verse enormemente beneficiados al incorporar la innovación, servicios modernos basados en el conocimiento y la consideración de elementos ambientales para la diversificación, adicionamiento de valor y generación de nuevas cadenas de valor.

Particularmente, Aguilar et al, 2019, indican que la bioeconomía ha construido puentes entre la economía, la biotecnología y la ciencia, aprovechando los elementos científicos desde orígenes ancestrales hasta el presente, posicionándola como una base científica e innovadora en diversas políticas desarrolladas en numerosos países. Para propiciar el desarrollo de este enfoque, es esencial el uso de los servicios modernos basados en el conocimiento, que según CEPAL, 2018 incluyen la alta tecnología y mano de obra calificada.

En este contexto, el papel de la biotecnología es primordial, ya que cuenta con el potencial para responder a la necesidad de esfuerzos conjuntos y coordinados entre diversas áreas de la ciencia desde una visión interdisciplinar, mediante el desarrollo de bienes y servicios desde una perspectiva de bioeconomía circular como la planteada en la Estrategia de Costa Rica (Figura 6).

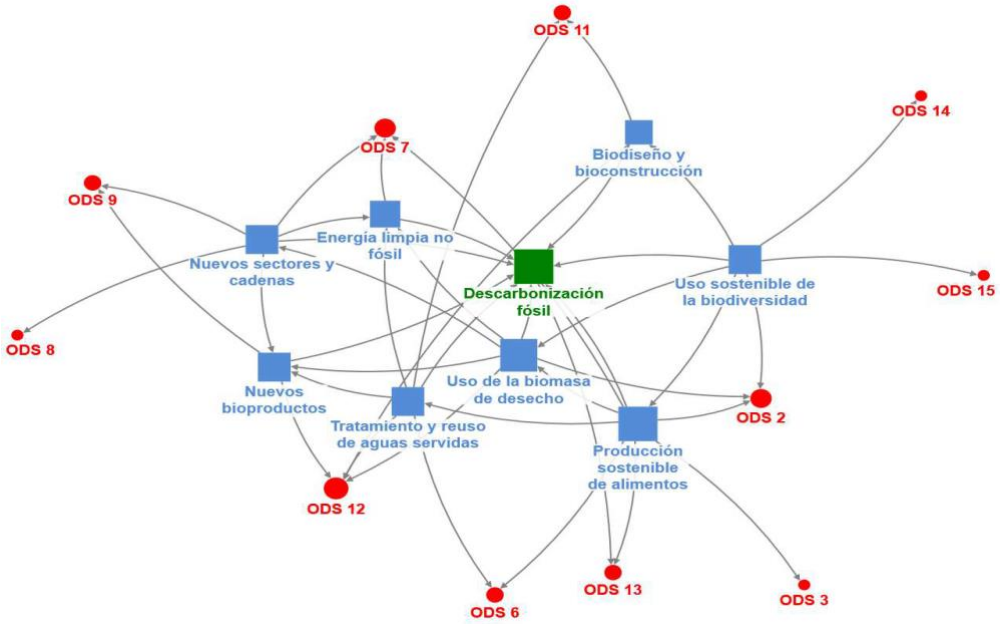
Figura 6 Relaciones entre la biotecnología, la bioeconomía circular y el Desarrollo Sostenible.



Nota: Tomado de MICITT, 2020.

La bioeconomía representa un marco conceptual para la formulación de políticas dirigidas a afrontar importantes desafíos sociales y problemas de desarrollo sostenible establecidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Ofrece ideas para la innovación y el cambio estructural con un enfoque en la sostenibilidad, así como para mejorar las políticas de desarrollo agrícola y rural. (Figura 7).

Figura 7 Bioeconomía y la Agenda de Desarrollo 2030



Tomado de CEPAL, 2019.

La bioeconomía está fuertemente correlacionada con la producción sostenible de alimentos saludables ODS No. 2 (producción sostenible de alimentos), ODS No. 3 (vidas saludables) y ODS No. 15 (protección de los ecosistemas terrestres); con nuevos modelos de producción como base (por ejemplo, biorrefinerías, bioindustria) que permiten nuevos productos para uso como insumos por otros sectores productivos (por ejemplo, biomateriales para la construcción, bioinsumos para la agricultura), permiten la sustitución de productos que provienen de la petroquímica (por ejemplo, bioenergía, biofertilizantes, bioplásticos) o satisfacen nuevas demandas de los consumidores (por ejemplo, alimentos funcionales, biocosméticos).

También ayuda a lograr el ODS No. 7 (energía sostenible y accesible para todos), ODS No. 8 (nuevas fuentes de trabajo decente y desarrollo económico sostenible) y ODS No. 9 (industria e innovación). Así mismo a través de la utilización de biomasa de desecho obtenida de procesos de producción y consumo la bioeconomía puede ser crucial para lograr el ODS No. 12 (producción y consumo responsables) y ODS No. 11 (ciudades y comunidades sostenibles). De esta manera se pueden desarrollar nuevas cadenas de valor haciendo

mención al ODS No. 9 (industria e innovación), ODS No. 14 (uso sostenible de la biodiversidad marina) y ODS No. 15 (uso sostenible de la biodiversidad terrestre).

En Costa Rica al día de hoy, se estimula dos tipos de bioeconomías: una tradicional, que utiliza insumos biológicos para el desarrollo de bioproductos, biomateriales o bioservicios de bajo valor agregado (entre los que abundan los proyectos agroindustriales con materias primas, como frutas, café, piña, etc), y otra de alta tecnología, que utiliza insumos biológicos con alta intervención de procesos tecnológicos para obtener valor agregado en sus resultados (análisis, procesos y desarrollos en un laboratorio de biomasa). En la Tabla 7 se amplian:

Tabla 7 Tipos de Bioeconomía en Costa Rica

Tipo	Definición	Ejemplo
Tradicional	Utiliza insumos biológicos para la creación de bioproductos, biomateriales o bioservicios de bajo valor agregado.	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.
Alta Tecnología	Utiliza insumos biológicos con intervención de altos procesos tecnológicos para obtener resultados con valor agregado.	Extractos de plantas endémicas del país para la creación de skincare 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

Nota: Tomado de Brenes, C., 2024.

El Msc. Adolfo Aguilar ratifica lo anterior y menciona:

> He observado desarrollo de proyectos en Bioingeniería de biomasa residual, en producción de bioenergía sobre todo y otras en economía avanzada; como por ejemplo el impulso emprendimientos en nanotecnología, microprocesadores, así como en el escalamiento sin embargo me preocupa mucho que no existen en gestión en alta tecnología. Esto puede ser porque seguimos en Costa Rica destacando por productos tradicionales, entonces la poca diversificación de la economía absorbe igualmente el desarrollo de la bioeconomía en estos rubros y se perpetúan las actividades propias de un país en vías de desarrollo como el nuestro.

En el caso de Costa Rica, es un país que ha hecho del desarrollo sostenible una parte fundamental de su política y economía, ha promovido prácticas agrícolas sostenibles que buscan reducir el uso de agroquímicos y mejorar la salud del suelo. Esto no solo protege el medio ambiente, sino que también puede resultar en productos de mayor calidad y mayor valor en el mercado. Así mismo la protección de los recursos naturales y la biodiversidad atraen a turistas interesados en experiencias sostenibles.

Según comenta el internacionalista experto en Gestión Ambiental, Msc. Adolfo Aguilar: “si se puede denotar que con la ayuda de la implementación de la Bioeconomía Avanzada se puede crear una economía basada en el conocimiento con producción sostenible de alto valor agregado en las diferentes regiones del territorio y que con aprovechamiento justo y equitativo de la biodiversidad”.

Esto fomenta la conservación y el desarrollo de comunidades locales y a empresas que buscan certificaciones ambientales como el "Certificado de Sostenibilidad Turística" o el "Rainforest Alliance," que no sólo ayudan a proteger el medio ambiente, sino que también pueden abrir nuevas oportunidades de mercado y aumentar la competitividad.

Por ejemplo: “al comprar café de una “X” marca versus otra de marca “Y” que tiene un certificado de Green Forest Alliance por poner un ejemplo, y cuando vemos la realidad de que sí hay un hay un café que tiene una certificación válida internacionalmente sobre la protección del medio ambiente yo diría que estaría dispuesto a pagar más porque están haciendo un esfuerzo por cuantificar el efecto que generan y están cuidando el medio ambiente; mientras que la otra empresa el Estado debería hacerla pagar impuestos para que

cubra su efecto pero como no hay controles de quién contamina, se pasa por alto", menciona el economista Jorge Rodríguez.

Por tanto, en Costa Rica "tenemos una problemática que se puede convertir en una oportunidad, con la valorización de estos materiales, usted termina de tomarse un refresco y en lugar de botar la botella usted la entrega a compostaje y le pagan 25 centavos de euro: hay como un tipo de motivación ese es el incentivo y es lo más interesante es que ese dinero no lo pone el Estado lo pone las empresas por el principio de que contamina paga" refiere Rodríguez, economista y financista.

Costa Rica ha invertido en energías renovables, principalmente en hidroeléctrica, eólica y solar. Esto no solo reduce la dependencia de combustibles fósiles, sino que también crea un sistema productivo más sostenible y menos contaminante.

"Las empresas del sector industrial puedan encontrar sustento y articulación con las políticas de bioeconomía podrán desarrollar economías circulares a partir del Plan Nacional de Descarbonización, de adaptación y mejorar sus entornos tecnológicos a partir del mejor aprovechamiento de la biomasa" indicó Msc. Aguilar.

La innovación y la tecnología de Costa Rica en diversos sectores de la economía ha mejorado de la productividad permitiendo a las empresas aumentar su eficiencia y disminuir costos. Además la innovación en tecnologías limpias, como energías renovables y prácticas agrícolas sostenibles, ayuda a reducir el impacto ambiental de la producción y promueve un desarrollo más sostenible, permitiendo al mismo tiempo a los productores diversificar su oferta y mejorar la calidad.

Por ejemplo, en el sector agrícola, se están desarrollando nuevos cultivos y productos que pueden ser más rentables y adaptarse mejor a las condiciones climáticas cambiantes. Según Aguilar, "aunado a esto se presentan las tecnologías e innovaciones asociadas a la Bioeconomía como lo son los recursos biológicos estratégicos y los recursos de la agrobiodiversidad, biomateriales y bioproductos en las determinadas zonas a partir de la biomasa cultivada".

Por otra parte, las tecnologías de la información y la comunicación facilitan el acceso a mercados internacionales, permitiendo a las empresas costarricenses vender sus productos y servicios a un público más amplio y competitivo además de facilitar la creación de startups

y empresas innovadoras lo que genera empleo y contribuye con el dinamismo económico nacional e internacional

La diversificación permite a las empresas costarricenses ofrecer una gama más amplia de productos, lo que puede ayudar a mejorar su competitividad en el mercado local e internacional. Esto es especialmente relevante en sectores como la agricultura, donde la diversificación de cultivos puede ayudar a satisfacer la demanda de diferentes mercados. Al diversificar sus productos, las empresas pueden reducir su dependencia de un solo producto o mercado por tanto reducen el riesgos. Esto es crucial en este país donde la producción agrícola puede verse afectada por factores climáticos, plagas o cambios en la demanda global.

Así mismo la diversificación también puede contribuir a prácticas más sostenibles en la producción, mejora en técnicas de cultivo, procesamiento y comercialización, lo que puede aumentar la eficiencia y la calidad de los productos. Por ejemplo, la rotación de cultivos y la introducción de especies nativas pueden mejorar la salud del suelo y la biodiversidad, lo que a largo plazo beneficia tanto a los productores como al medio ambiente.

Igualmente puede generar nuevas oportunidades laborales, ya que se requieren diferentes habilidades y conocimientos para producir y comercializar los nuevos productos. Esto puede contribuir al desarrollo económico de las comunidades locales mejorando así su calidad de vida y reduciendo la migración hacia las áreas urbanas.

Como ya se ha venido mencionando la creación de empleos en Costa Rica impacta positivamente en los sistemas productivos al aumentar la productividad, diversificar la economía y mejorar la calidad de vida (mayor inversión en educación, salud y bienestar) y la competitividad de las empresas al contar con personal más calificado, esto tiene un impacto social significativo reduciendo la pobreza y la desigualdad, lo que a su vez puede llevar a una mayor estabilidad social y política; sin embargo también plantea desafíos que deben ser gestionados para garantizar un desarrollo sostenible y equitativo.

Finalmente, las cadenas de valor sostenibles impactan positivamente los sistemas productivos de Costa Rica al mejorar la competitividad (acceso a mercados internacionales e innovación), promover la sostenibilidad ambiental (reducción de la huella de carbono), beneficiar a las comunidades locales al mejorar las prácticas laborales y promover el desarrollo económico y social a nivel comunitario, diversificar la economía (resiliencia

económica) y fomentar la responsabilidad empresarial (mejora de la imagen corporativa e inversión en prácticas sostenibles en cadena) no sólo contribuye al desarrollo económico del país, sino que también fortalece su imagen como un líder en sostenibilidad a nivel global.

Al igual que en el objetivo anterior se completó la encuesta en la que se desarrollaron tópicos sobre los sistemas productivos desarrollo sostenible, obteniéndose los siguientes resultados:

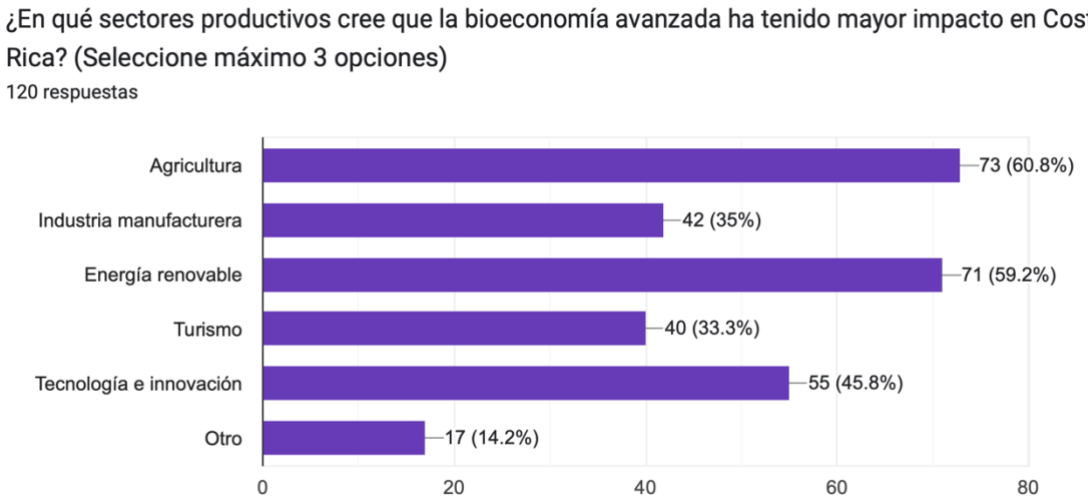
Gráfico 4 ¿Considera que la bioeconomía avanzada es un modelo clave para el desarrollo industrial y sostenible en Costa Rica?

Nota: Elaboración Propia, 2025.

En el Gráfico 4 se describe el conocimiento de los encuestados sobre la bioeconomía avanzada como un modelo clave para el desarrollo industrial y sostenible en Costa Rica en el cual 47,5% (57 personas) no tienen información al respecto, 30,8% (37 personas) si entienden el concepto como un modelo clave para el desarrollo industrial y sostenible, 20,8% (25 personas) en parte y 0,8% (1 persona) ninguno. Pese a ser un concepto que se refiere a la producción y utilización de recursos biológicos, así como a la transformación de estos en productos y servicios sostenibles con potencial para impulsar el desarrollo industrial y sostenible, hay varias razones por las cuales su reconocimiento es limitado: la falta de

conciencia y conocimiento, la inversión en investigación y desarrollo en este campo puede ser menor en comparación con otros sectores industriales más establecidos, a menudo enfrenta marcos regulatorios que no están adecuadamente adaptados y en cuyas industrias tradicionales, como la petroquímica, pueden tener un interés en mantener su dominancia y, por lo tanto, pueden resistir la transición hacia modelos más sostenibles.

Gráfico 5 ¿En qué sectores productivos cree que la bioeconomía avanzada ha tenido mayor impacto en Costa Rica?

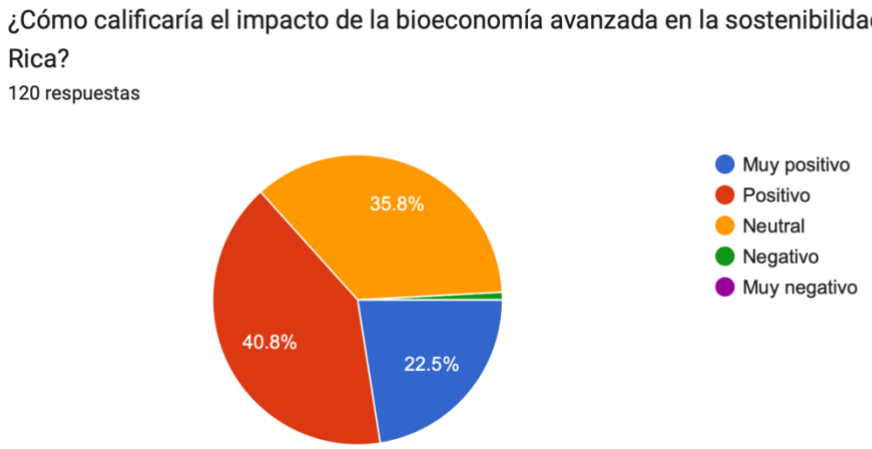


Nota: Elaboración Propia, 2025.

El Gráfico 5 de los encuestados se infiere que los sectores productivos en que la bioeconomía avanzada ha tenido mayor impacto en Costa Rica son 73% en la agricultura, 71% en energía renovable y tecnología e innovación en un 55% principalmente. Además en industria manufacturera un 42%, turismo un 40% y otros 17%. Efectivamente la bioeconomía avanzada en Costa Rica ha tenido un impacto significativo en varios sectores productivos, entre esos en la agricultura Sostenible con la implementación de prácticas agrícolas sostenibles y el uso de biotecnología han permitido aumentar la productividad de cultivos, reducir el uso de agroquímicos y mejorar la resiliencia ante el cambio climático; energías renovable fomentado el uso de biomasa y otros recursos biológicos para la generación de energía, contribuyendo a la diversificación de la matriz energética del país. Además Costa

Rica ha sido pionera en el ecoturismo, y la bioeconomía ha facilitado el desarrollo de iniciativas que promueven la conservación de la biodiversidad y el uso responsable de los recursos naturales**.**

Gráfico 6 ¿Cómo calificaría el impacto de la bioeconomía avanzada en la sostenibilidad ambiental de Costa Rica?



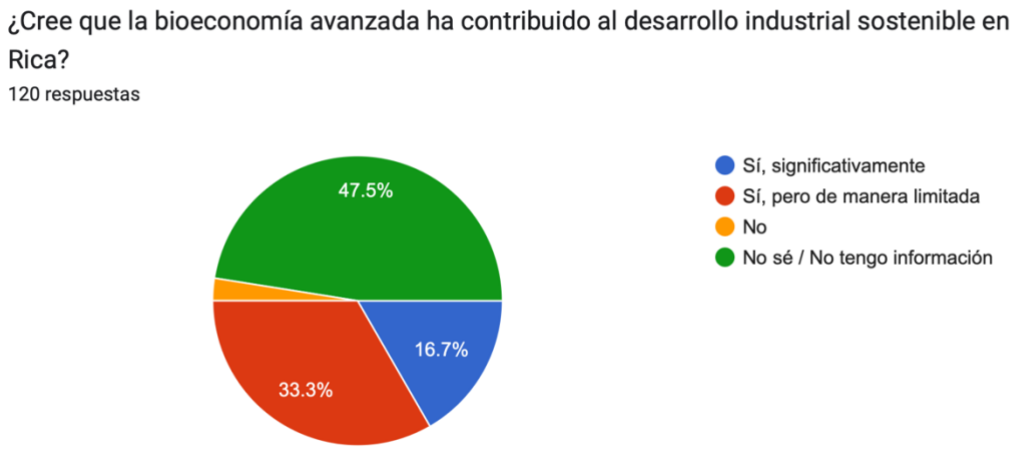
Nota: Elaboración Propia, 2025.

Por otra parte en el Gráfico 6 que determina el impacto de la bioeconomía avanzada en la sostenibilidad ambiental de Costa Rica; se evidencia que el 40.8% (49 personas) lo ve positivo, 35,8% (43 personas)es neutro, 22,5% (27 personas) muy positivo y solo 0.8% (1 persona) lo ve negativo. Esto es bueno puesto que la bioeconomía avanzada en Costa Rica no solo promueve el desarrollo económico, sino que también está alineada con los objetivos de sostenibilidad ambiental, lo que la convierte en una estrategia clave para el futuro del país.

Así mismo en el Gráfico 7 en el que se cuestiona si ¿Cree que la bioeconomía avanzada ha contribuido al desarrollo industrial sostenible en Costa Rica? El 47,5% no sabe o no tiene información (57 personas), el 33,3% si pero de manera limitada (40 personas), el 16,7% sí significativamente (20 personas) y 2,5% no (3 personas). Esto sucede porque puede haber una escasez de investigaciones y datos concretos que midan los impactos específicos de la bioeconomía avanzada en el desarrollo industrial sostenible. Sin información

cuantitativa y cualitativa sólida, es difícil hacer afirmaciones precisas, además el concepto puede no ser ampliamente comprendido por todos los actores involucrados, incluyendo responsables de políticas, empresarios y la comunidad en general puede llevar a una falta de interés o inversión en iniciativas relacionadas, lo que puede dificultar la creación de una visión integrada y coherente sobre su impacto en la industria.

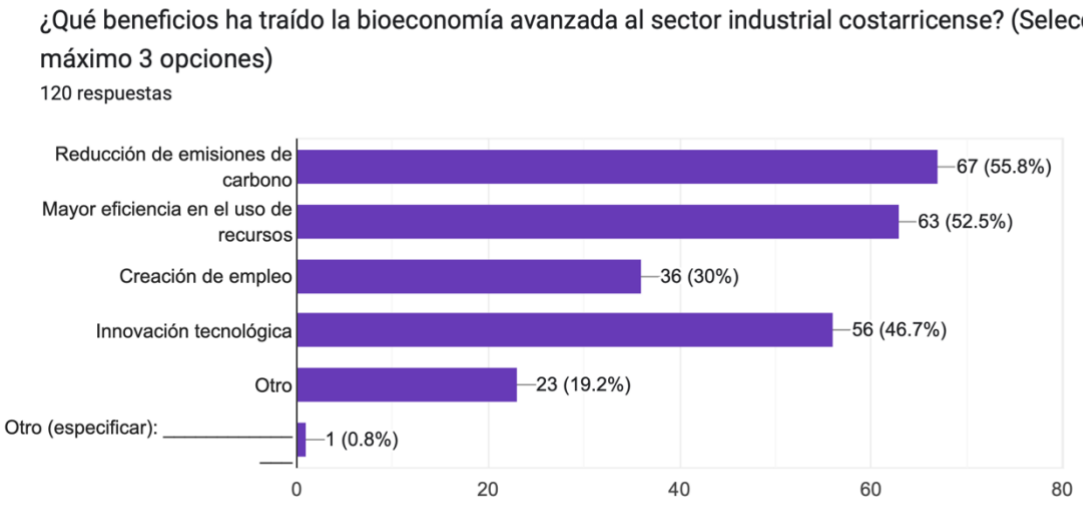
Gráfico 7 ¿Cree que la bioeconomía avanzada ha contribuido al desarrollo industrial sostenible en Costa Rica?



Nota: Elaboración Propia, 2025.

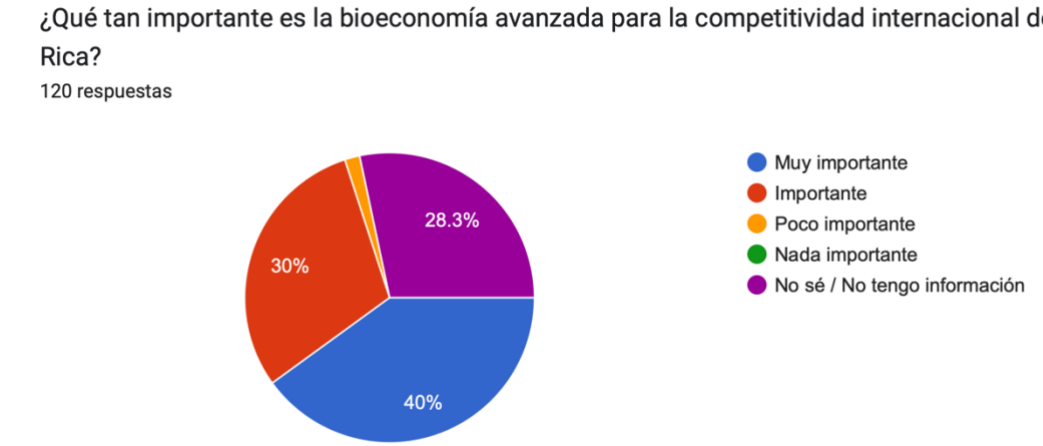
El Gráfico 8 que cuestiona sobre ¿Qué beneficios ha traído la bioeconomía avanzada al sector industrial costarricense? Demuestra que un 55,8% lo visualiza en la reducción de emisión de carbono, un 52,5% sobre la eficiencia en el uso de recursos, un 46,7% en innovación tecnológica, un 30% en crecimiento de empleo y un 20% en otros. Es así como la bioeconomía avanzada en Costa Rica no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también promueve la innovación, la competitividad y el desarrollo social, lo que puede posicionar al país como un líder en prácticas industriales sostenibles a nivel global.

Gráfico 8 ¿Qué beneficios ha traído la bioeconomía avanzada al sector industrial costarricense?



Nota: Elaboración Propia, 2025.

Gráfico 9 ¿Qué tan importante es la bioeconomía avanzada para la competitividad internacional de Costa Rica?



Nota: Elaboración Propia, 2025.

El Gráfico 9 que cuestiona ¿Qué tan importante es la bioeconomía avanzada para la competitividad internacional de Costa Rica? Se evidencia que un 40% piensa es muy importante, un 30% importante, 28,3% no sabe o no tiene información y un 1,7% es poco importante. Es importante recordar que la bioeconomía avanzada no solo puede fortalecer la competitividad internacional de Costa Rica, sino que también puede contribuir a un desarrollo sostenible, atraer inversiones y generar oportunidades económicas en el futuro por tanto es de suma importante en el desarrollo socio económico del país.

Cuando se cuestiona sobre ¿Cómo ha influido la bioeconomía avanzada en los sistemas productivos agrícolas de Costa Rica? el Gráfico 10 nos brinda información en el que el 45% (54 personas) piensa ha sido positivo, 39,2% (47 personas) es neutro en su respuesta y 15,8% (19 personas) piensa es muy positivo. Según la literatura, la bioeconomía avanzada está ayudando a transformar los sistemas productivos agrícolas en Costa Rica, haciéndolos más sostenibles, competitivos y resilientes frente a los desafíos actuales y futuros. Sin embargo, la implementación efectiva de estas prácticas y tecnologías sigue enfrentando desafíos, como el acceso a financiamiento y la capacitación adecuada de los agricultores.

Gráfico 10 ¿Cómo ha influido la bioeconomía avanzada en los sistemas productivos agrícolas de Costa Rica?

Nota: Elaboración Propia, 2025.

Objetivo 3: Determinar el impacto de las estrategias y políticas públicas sobre la bioeconomía en los sistemas productivos en la República de Costa Rica.

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)" según lo explica el entrevistado Lic. Oscar Quesada de la División de Investigación Económica y Mercados del Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC).

A su vez, el ente rector (MICITT, 2020) indicó que la bioeconomía, es 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" refiere Quesada.

Quesada comenta que en el 2015 Costa Rica empieza su proceso de adhesión a la OCDE y en diciembre del 2017 el país participó con el taller "Bioeconomía, recomendaciones de la OCDE". Finalmente se crea un Comité Interministerial de Bioeconomía (CIB), integrado por representantes del sector privado, académico y público.

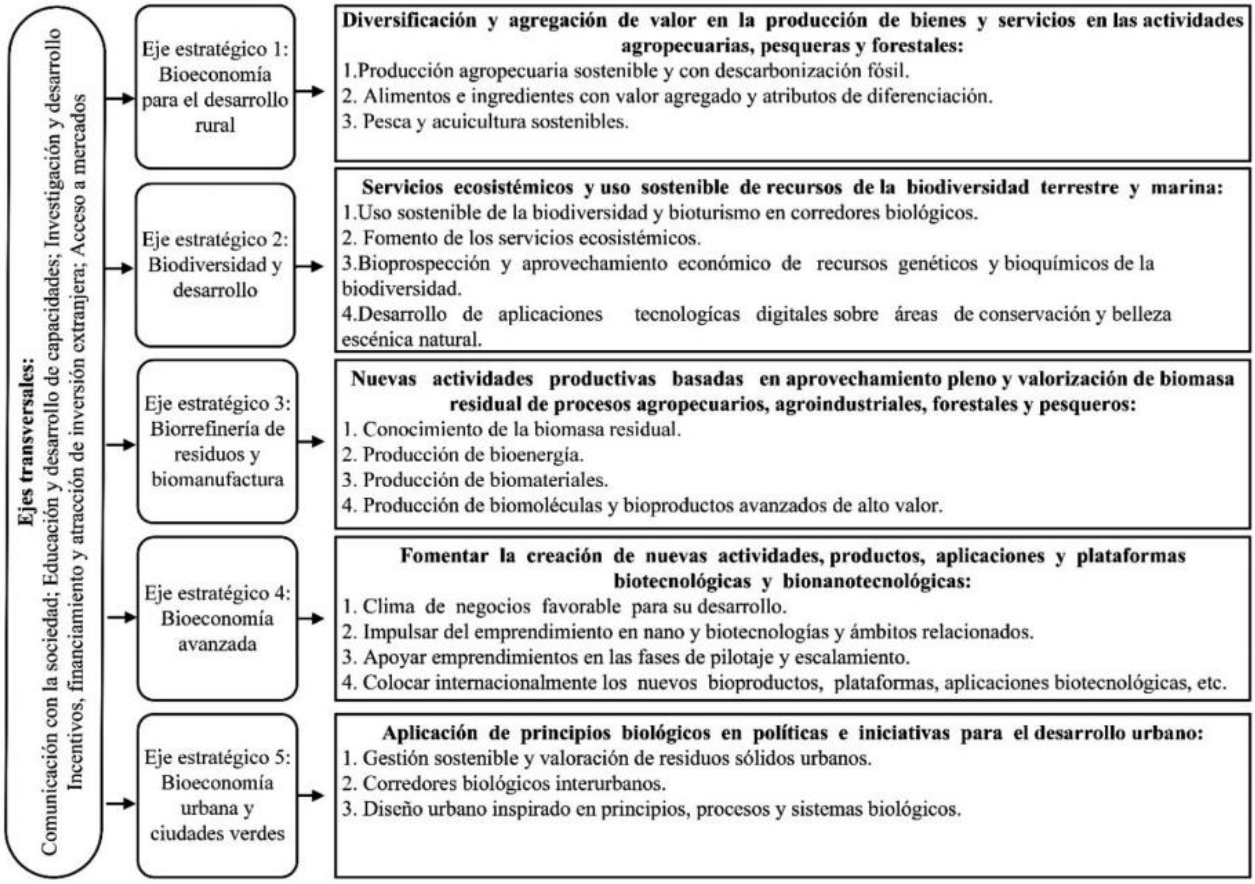
> En el sector privado estuvo presente: la Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria (CNAA); Cámara de Industrias de Costa Rica; Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (Canapep); Cluster CR-Biomed; Gerencia de Clima de Inversión de la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (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). Y 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) (ENB, 2020).

A su vez, se contó con la participación y apoyo de otros organizaciones, como la CEPAL, Consejo Alemán para la Bioeconomía, IICA, Allbiotech, GIZ-Costa Rica.

La Estrategia de Bioeconomía de Costa Rica fue elaborada en concordancia con estos pilares, y dado este amplio ámbito de alcance, es posible apostar por la transformación de los sectores productivos en un marco inclusivo y sostenible (Figura 8)

Figura 8 Sectores según los ejes de acción de la Estrategia Nacional de Bioeconomía.



Tomada de datos del MICITT, 2020.

Eje estratégico 1: Bioeconomía para el desarrollo rural

Las líneas de acción son la producción agropecuaria sostenible y con descarbonización fósil, alimentos e ingredientes con valor agregado y atributos de diferenciación y pesca y acuicultura sostenibles, resumidas en los siguientes tablas de acciones (Tabla 8 y 9)

Tabla 8 Acciones en la producción agropecuaria sostenible y con descarbonización fósil

Fomentar la aplicación de sistemas biológicos para mejorar la gestión de los riesgos agroclimáticos.
Reducir el uso de insumos agrícolas sintéticos y sustituir por bioinsumos o insumos no tóxicos para la salud humana y el ambiente.
Aumentar la adopción de soluciones de biorremediación en la gestión de residuos y efluentes y en programas de mejora y recuperación de suelos y ecosistemas degradados.
Desarrollar mecanismos basados en la evidencia para asegurar la efectividad y calidad de los bioinsumos agrícolas y soluciones de biorremediación.
Mejorar el conocimiento de los agricultores sobre los beneficios económicos y para la salud y el ambiente de la aplicación de bioinsumos y biorremediadores de calidad y de otros productos de uso agropecuario no tóxicos para la salud humana y el ambiente
Facilitar el desarrollo de un mercado doméstico para bioinsumos y biorremediadores (por ejemplo, incentivos, regulaciones, certificaciones, registros)
Fomentar la investigación, desarrollo e innovación en temas de alta tecnología para incrementar la sostenibilidad de la agricultura.
Promover el desarrollo de procesos de economía circular en las actividades agropecuarias, agroindustriales, forestales y pesqueras.
Impulsar la investigación y el desarrollo de aplicaciones de agricultura de precisión

Nota: Elaboración Propia basado en ENB, 2025.

Tabla 9 Alimentos e ingredientes con valor agregado y atributos de diferenciación

Incentivar la producción agropecuaria con alto valor agregado.

Potenciar el desarrollo de una nueva agroindustria rural de valor agregado, basada en la innovación, la diferenciación y la valorización de los recursos locales.
Fomentar el desarrollo de ingredientes activos para uso industrial.
Desarrollar plataformas compartidas para animar la colaboración entre los sectores público y privado, y de investigación y desarrollo.
Impulsar una gastronomía costarricense innovadora, basada en el aprovechamiento de productos locales.
Posicionar globalmente a Costa Rica como productor de alimentos e ingredientes diferenciados y con alto valor agregado..

Nota: Elaboración Propia basado en ENB, 2025.

Eje estratégico 2: Biodiversidad y desarrollo

En línea con esa visión, la Estrategia Nacional de Bioeconomía reconoce el uso sostenible de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos como un pilar fundamental para el desarrollo de la bioeconomía en Costa Rica (Tabla 10). La Ley de Biodiversidad (N.° 7788 de 1998) establece que las propiedades bioquímicas y genéticas de los elementos de la biodiversidad silvestres o domesticados son de dominio público; e indica que el Estado autorizará la exploración, la investigación, la bioprospección, el uso y el aprovechamiento de los elementos de la biodiversidad que constituyan bienes de dominio público, así como la utilización de todos los recursos genéticos y bioquímicos.

Tabla 10 Biodiversidad y desarrollo

Incentivar el desarrollo de emprendimientos e innovaciones, a partir del uso sostenible de los elementos bioquímicos y genéticos de la biodiversidad del país.
Mejorar las herramientas tecnológicas de información para simplificar el otorgamiento de permisos de acceso y difundir información relacionada.
Implementar incentivos que promuevan la valorización de la diversidad biológica, otorgando una ventaja comercial a los productos desarrollados que cumplan con la normativa correspondiente y que proporcionen información relevante a los consumidores.
Crear mecanismos que contribuyan a financiar diferentes etapas de la cadena productiva y que faciliten la colocación de productos en el mercado.

Desarrollar herramientas que apoyen la articulación entre actores clave (proveedores, academia, empresas, instituciones, entes de comercialización, fuentes de financiamiento, otros) a todo lo largo de la cadena de valor de los productos de la biodiversidad.
Confeccionar herramientas que permitan sistematizar y divulgar casos de éxito e iniciativas modelo relacionados con acceso a recursos genéticos y bioquímicos y distribución de beneficios.
Fortalecer los mecanismos para la protección de los conocimientos sobre propiedades bioquímicas y genéticas de los elementos de la biodiversidad silvestre, marina y terrestre.
Actualizar la legislación e institucionalidad para fomentar el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, a la luz de los desarrollos de las últimas décadas en el ámbito de las ciencias biológicas.

Nota: Elaboración Propia basado en ENB, 2025.

Eje estratégico 3: Biorrefinería de biomasa residual

Las actividades agropecuarias, agroindustriales, forestales y pesqueras generan volúmenes significativos de residuos de biomasa, que constituyen a menudo problemas de contaminación ambiental. Esta biomasa puede ser utilizada para obtener energía y una amplia gama de bioproductos con distintos grados de sofisticación y valor agregado. Las diferentes líneas de acción son conocimiento de la biomasa residual, producción de bioenergía, producción de biomateriales y producción de biomoléculas y bioproductos avanzados de alto valor.

Tabla 11 Producción de bioenergía, biomasa residual y y bioproductos avanzados de alto valor

Elaborar perfiles de aprovechamiento de los distintos tipos de biomasa residual.
Identificar iniciativas en curso de aprovechamiento de la biomasa residual.
Impulsar el aprovechamiento de la biomasa para la obtención de materiales de mayor valor agregado para el mercado internacional.
Facilitar la producción de energía a partir de actividades agropecuarias y agroindustriales para ser utilizada en la sustitución de combustibles fósiles.
Diversificar el tejido económico de las zonas periféricas del país.

Fomentar la I + D + i para el estudio y obtención de productos de alto valor agregado, a partir de residuos agrícolas, agroindustriales y forestales y de la pesca y acuacultura
Apoyar el desarrollo de emprendimientos orientados a la producción de biofertilizantes y biomateriales para su uso como insumos intermedios en otras industrias.
Contribuir con el Plan Nacional de Descarbonización
Incentivar los encadenamientos y las alianzas entre emprendimientos y empresas orientadas a la elaboración de productos de alto valor agregado a partir de residuos agrícolas, agroindustriales y forestales, y de la pesca y acuacultura.
Implementar mecanismos de compras del Estado de productos de alto valor agregado, fabricados a partir de residuos agrícolas, agroindustriales y forestales, y de la pesca y acuacultura.
Atraer inversión extranjera a los sectores de biotecnología verde (agrícola), azul (recursos acuáticos), gris (biorremediación) y blanca (industrial).
Diversificar y sofisticar la oferta exportable del país.

Nota: Elaboración Propia basado en ENB, 2025.

Eje estratégico 4: Bioeconomía avanzada

Las biotecnologías, junto a la nanotecnología y las tecnologías digitales son fundamentales para potenciar el desarrollo de la bioeconomía, pues permiten aumentar las fronteras para el uso sostenible de toda la gama de recursos biológicos disponibles. Según la Estrategia Nacional de Bioeconomía 2020-2030, las principales líneas de acción son el instaurar un clima de negocios favorable para el desarrollo de nuevos productos, aplicaciones y plataformas biotecnológicas y bionanotecnológicas, impulsar del emprendimiento en nano y biotecnologías y ámbitos relacionados, apoyar emprendimientos en las fases de pilotaje y escalamiento y olocar, en mercados internacionales, los nuevos bioproductos, plataformas, aplicaciones biotecnológicas, entre otros.

Tabla 12 Bioeconomía avanzada

Fortalecer mecanismos de trabajo entre los sectores público, privado y de investigación y desarrollo para buscar soluciones a cuellos de botella regulatorios y de otro tipo y priorizar recomendaciones

Coordinar las acciones de las instituciones y entes gubernamentales que tienen relación con el desarrollo de las actividades de investigación, desarrollo y comercialización de tecnologías y productos biotecnológicos y bio-nanotecnológicos.
Desarrollar plataformas para fomentar la colaboración para la innovación entre los sectores privado y de investigación y desarrollo (por ejemplo, para prototipado), como complemento a los laboratorios de investigación.
Desarrollar una plataforma para divulgar información sobre empresas, productos y servicios de base biotecnológica y nanotecnológica (por ejemplo, biotecnologías, bioproductos, biomoléculas, nanomateriales).
Atraer inversión extranjera a los sectores de biotecnología verde (agrícola), azul (recursos acuáticos), gris (biorremediación) y blanca (industrial).
Desarrollar concursos, ferias y actividades similares para identificar ideas innovadoras.
Estimular la internacionalización de empresas nacionales de base biotecnológica.
Monitorear el desarrollo de regulaciones y requisitos para el ingreso de nuevos productos de base tecnológica en los principales mercados potenciales.
Impulsar la certificación de laboratorios nacionales en buenas prácticas de laboratorio y de nuevos productos de base biotecnológica.

Nota: Elaboración Propia basado en ENB, 2025.

Eje estratégico 5: bioeconomía urbana y ciudades verdes

América Latina es la región en desarrollo más urbanizada del mundo. Costa Rica no es la excepción, con una población urbana de alrededor de 60%, según el último Censo Nacional de Población. La bioeconomía urbana es un ámbito emergente y nace por la necesidad de enfrentar los

retos que plantea una urbanización rápida y desordenada. Entre las líneas de acción están la gestión sostenible y valoración de residuos sólidos urbanos, corredores biológicos interurbanos y diseño urbano inspirado en principios, procesos y sistemas biológicos.

Tabla 13 Acciones en la bioeconomía urbana y ciudades verdes

Promover la separación de residuos en la fuente (en el mismo sitio donde se producen) y su clasificación, tanto por parte de los hogares, del sector privado, así como de las instituciones del sector público.
Aumentar las opciones de recreación para la población urbana.
Crear nuevas fuentes de empleo a través de las acciones de separación y valoración de los residuos.
Fomentar la conservación y recuperación de la biodiversidad en entornos urbanos.
Mejorar la calidad de vida de las poblaciones urbanas, especialmente en las comunidades más desfavorecidas.
Incrementar el conocimiento de la población sobre el concepto de biociudad.
Desarrollar incentivos para la construcción en los que se utilicen principios biológicos (por ejemplo, para incrementar la eficiencia energética, el control de la temperatura y el manejo de residuos).
Fomentar el uso de biomateriales que contribuyan a la fijación de carbono en la construcción de casas y edificios (por ejemplo, madera y otros biomateriales).
Promover la aplicación de principios del desarrollo urbano biobasado en políticas e iniciativas relacionadas con la gestión de residuos sólidos urbanos, espacios para esparcimiento y el fomento de ciudades verdes.

Nota: Elaboración Propia basado en ENB, 2025.

En la actualidad aún no se han implementado sus líneas de acción y apenas se encuentra en la fase de escalamiento. La implementación de estrategias de bioeconomía puede requerir inversiones significativas y la disponibilidad de financiamiento puede ser limitada. Además implica la colaboración entre diferentes sectores y organismos gubernamentales. La falta de coordinación y comunicación entre estas entidades puede dificultar el avance de la estrategia así como también existe una falta de capacitación o conocimiento sobre bioeconomía entre los actores clave, lo que limita la capacidad para implementar acciones efectivas.

Según indica el Msc. Adolfo Aguilar, la Bioeconomía Avanzada no cuenta aún en nuestro país con la articulación necesaria, respecto a los sectores productivos. Hoy por hoy el gobierno no menciona en su discurso semanal conceptos relacionados con la Bioeconomía y promueve avances en infraestructura, mecanismos, procesos y procedimientos individuales para implementar la Estrategia Nacional de la Bioeconomía 2020 – 2030. Realizando un análisis del discurso de la presidencia semanalmente, no recuerdo haber escuchado hablar a los representantes gubernamentales de este concepto; tampoco de acciones tendientes a la articulación de procesos de reconversión o reingeniería asociados a su discurso político. Con esto quiero decir que tal vez exista una implementación de la estrategia nacional de bioeconomía; sin embargo la aplicación de este concepto de manera integral no ha sido incorporado en los comunicados gubernamentales.

Evidentemente las prioridades del gobierno y otros actores de importancia pueden no alinearse con los objetivos de la bioeconomía, lo que lleva a que se pospongan o descarten acciones. Además de que es insuficiente la conciencia pública y la educación sobre la importancia de la bioeconomía, lo que limita el apoyo y la participación de la sociedad civil. Problemas estructurales en la economía, como la dependencia de ciertos sectores tradicionales, pueden dificultar la transición hacia una bioeconomía más sostenible. Las empresas en fase de ideación no tienen una ruta clara para el acompañamiento técnico. Por último, la inexistente 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 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, donde 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.

> Por lo tanto, a pesar de que Costa Rica tiene una estrategia, necesita herramientas específicas de política comercial para su ejecución. Aunque dicho modelo ha sido ampliamente desarrollado en la UE y los EE. UU., la región de América Latina es el área con el mayor potencial para su aplicación. Sin embargo, para que esto sea cierto, se necesitan políticas e instrumentos de mercado que no se han construido ni operativizado en el país hasta ahora (Chavarría et al., 2020).

Así mism, el MICITT ha hecho capacitaciones y programas, como el Agro Innovación y BioInnova Training, un programa especializado 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 (EBN, 2020).

El marco normativo propone un impulso 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.

Por otra parte, desde el siglo XX los centros de investigación de educación superior han estado presentes por medio de proyectos de investigación básicos y aplicados en temas de biopolímeros o biorrefinerías. De forma particular, la Universidad Nacional creó el Programa UNA-Bioeconomía con vigencia del 1ro 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).

Ahora, desde la sociedad civil existe la agrupación CR Biomed 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. Y a su vez, hay otras instituciones tanto nacionales como internacionales con altos intereses en los sectores de la bioeconomía en el país com se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14 Actores de la Bioeconomía

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 facilitad 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	Operativizar la estrategia formulada en la temática.

	telecomunicaciones del país y creador de la estrategia de bioeconomía.	
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

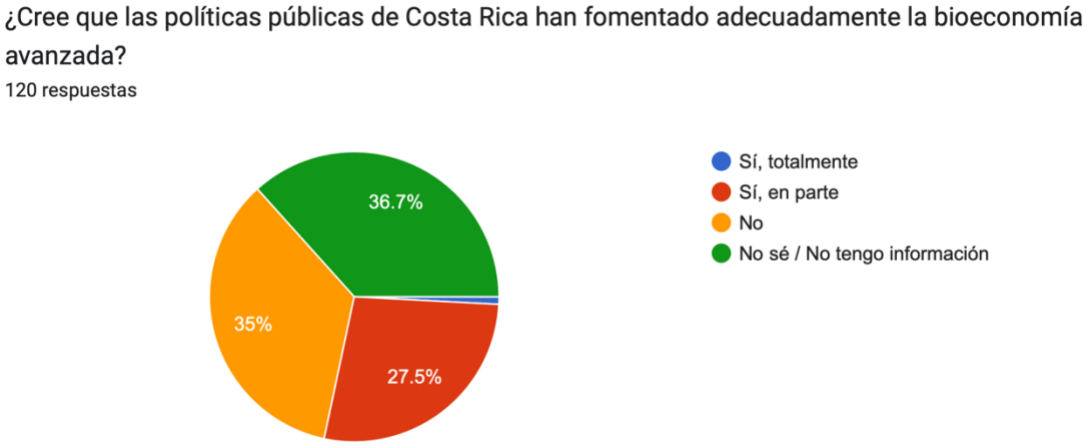
Tomado de Brenes, C., 2024.

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.

Dicho esto se consultó a la población seleccionada si ¿Cree que las políticas públicas de Costa Rica han fomentado adecuadamente la bioeconomía avanzada? Para lo cual según el Gráfico 11 un 36,7% (44 personas) respondió que no tenía información o no sabía, un 35% (42 personas) no lo creía y un 27,5% (33 personas) que en parte sí y una única persona para 0.8% considera que sí. Esto se debe principalmente a que para que la bioeconomía se desarrolle en Costa Rica, es necesario un enfoque integrador que incluya la colaboración entre el gobierno, el sector privado, la academia y la sociedad civil, así como la creación de políticas públicas que realmente promuevan la sostenibilidad y la utilización eficiente de los

recursos biológicos y no exista una falta de estrategia clara done las iniciativas relacionadas con la bioeconomía pueden verse afectadas.

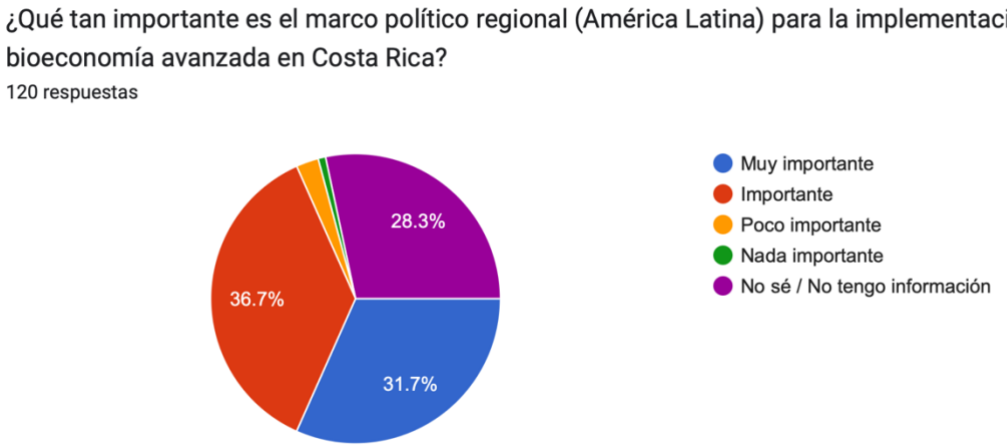
Gráfico 11 ¿Cree que las políticas públicas de Costa Rica han fomentado adecuadamente la bioeconomía avanzada?



Nota: Elaboración Propia, 2025.

En el Gráfico 12 se cuestiona sobre ¿Qué tan importante es el marco político regional (América Latina) para la implementación de la bioeconomía avanzada en Costa Rica? para lo que un 36,7% (49 personas) respondió es importante, un 31,7% (38 personas) es muy importante, un 28,3% (34 personas) no sabe o no tiene información, 2,5% (3 personas) es poco importante y 0.8% (1 persona) es nada importante. Dicho esto una mayoría está de acuerdo que el marco político regional en América Latina es crucial para la implementación de la bioeconomía avanzada en Costa Rica, ya que puede influir en la cooperación, regulación, financiamiento, desarrollo de capacidades, sostenibilidad y acceso a mercados. Una estrategia coordinada y alineada a nivel regional puede potenciar los esfuerzos de Costa Rica en este ámbito.

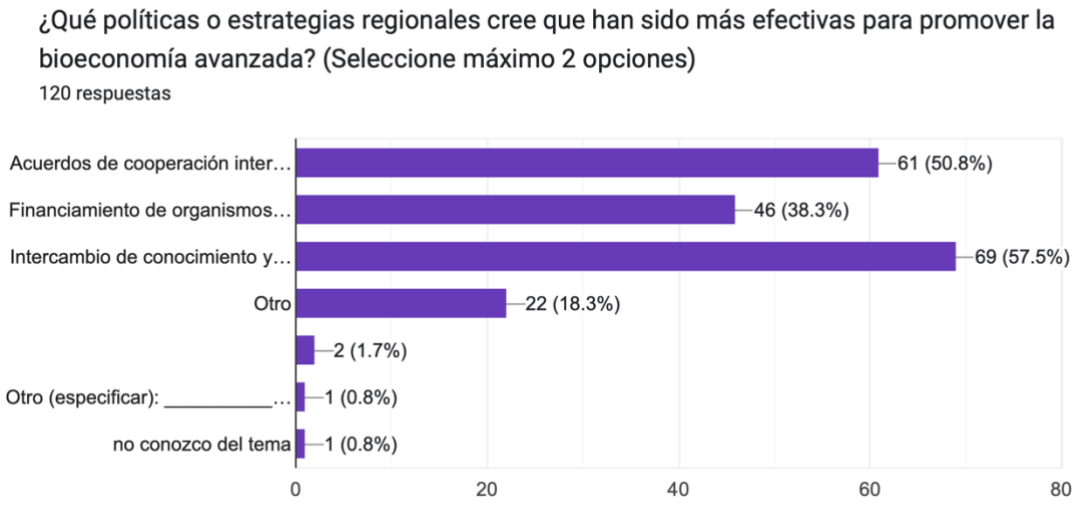
Gráfico 12 ¿Qué tan importante es el marco político regional (América Latina) para la implementación de la bioeconomía avanzada en Costa Rica?



Nota: Elaboración Propia, 2025.

Finalmente, se les cuestionó sobre ¿Qué políticas o estrategias regionales cree que han sido más efectivas para promover la bioeconomía avanzada?, donde según el Gráfico 13, respondieron que un 57,5% ha sido efectivo en el intercambio de conocimiento y tecnología, un 50.8% en acuerdos de cooperación internacional, un 38,3% en intercambio de conocimiento y tecnología y resto en otros o no conoce el tema. Con respecto a esto la implementación de marcos legales y normativos que promueven la sostenibilidad ambiental ha sido clave en iniciativas de investigación y desarrollo, en la creación de alianzas entre el sector público y privado, en la iniciativas de cooperación regional entre otros.

Gráfico 13 ¿Qué políticas o estrategias regionales cree que han sido más efectivas para promover la bioeconomía avanzada?



Nota: Elaboración Propia, 2025.

Objetivo 4: Describir las oportunidades y desafíos presentes para el desarrollo de una bioeconomía avanzada sobre los sistemas productivos en la República de Costa Rica.

Oportunidades

La Estrategia Nacional de Bioeconomía plantea ser una vía para la transformación productiva hacia la descarbonización de la economía, de manera que se fomenten alternativas para sustituir de forma paulatina el uso de los recursos fósiles para basarse cada vez más en el aprovechamiento de recursos biológicos. Estos se categorizan como la biomasa proveniente de los cultivos, recursos marinos, de los residuos, entre otros (MICITT, 2020).

La biotecnología tiene un gran potencial para dinamizar el desarrollo productivo, impactando una amplia variedad de sectores económicos y abordando actividades productivas en la eficiencia en costos y desarrollo de productos tradicionales, diseño nuevas especies y nuevas aplicaciones. Es uno de los medios para obtener "productos de alto valor agregado, a partir de residuos agrícolas, agroindustriales y forestales y de la pesca y

acuacultura" (MICITT, 2020, p.57) para ello brinda alternativas con el fin de enfrentar problemáticas de contaminación ambiental; por ejemplo, tratamiento de aguas residuales.

> Romper con la idea de los residuos como algo que se desecha para visualizarlos como un insumo que puede ser aprovechado dentro del modelo productivo, es una de las propuestas de la Estrategia Nacional de Bioeconomía (MICITT, 2020, p.57).

Al promover el uso de la biomasa, incluyendo la residual en los sectores agropecuario, pesca, acuicultura, forestal y agroindustrial; la bioeconomía busca, entre otros aspectos, reducir la generación de residuos al ambiente y realizar un aprovechamiento productivo de estos, al convertirlos en un insumo rompiendo con la visión lineal de la economía en la cual la mayoría de los residuos se desechan. Esto es parte de la conceptualización de la bioeconomía circular.

En este contexto, la biotecnología tiene la capacidad de generar productos nuevos a partir de materiales residuales o biomásicos, por ejemplo, tratamientos de residuos por biorremediación, biocombustibles, biofertilizantes, bioplaguicidas, entre otros que pueden reducir significativamente la contaminación. Al respecto, PROCOMER (2021) señala la oportunidad que tiene el país para diversificar la oferta exportable utilizando recursos de la biodiversidad para la valoración de residuos, entre otros. "La Estrategia de Bioeconomía de Costa Rica identifica el potencial de la biotecnología para brindar alternativas para el tratamiento de aguas residuales y de consumo humano, entre otras" (MICITT, 2020).

> En Costa Rica ya se desarrollan proyectos por ejemplo de la biomasa principalmente con gallinaza, aplicando procesos biotecnológicos en la producción de bioestimulantes. También hay casos de negocios a partir del residuo de piña o generan nuevos productos con residuos del café para hacer empaques de papel; esto también tiene impactos positivos en la calidad y recuperación de los suelos, en la productividad de la industria y de cultivos en áreas aledañas, cita el economista Jorge Rodríguez.

Además, mejorar las capacidades del país en innovación tiene el potencial de aumentar la productividad y el crecimiento económico y, con ello, desarrollar más beneficios sociales, como la reducción de la desigualdad y la disminución de la pobreza.

De acuerdo con Rodríguez en Costa Rica, en el contexto del COVID-19, “emergieron nuevas alianzas en el sector de ciencia y tecnología, o se consolidaron otras”, lo cual fue positivo para la biotecnología médica, ya que pueden potenciarse y servir de ejemplo para establecer otras vinculaciones estratégicas, que incluyen los encadenamientos productivos.

Otro tema son los encadenamientos productivos en este sentido, la biotecnología puede utilizar recursos primarios y, con el uso de conocimiento científico y tecnológico, transforma dichos recursos en nuevos productos. Además, estos insumos pueden ser materias reutilizadas, recicladas o provenientes de otro proceso productivo. Así, parte de las propuestas de la Estrategia de Bioeconomía es aprovechar la biotecnología como un medio para mejorar el funcionamiento de cadenas de valor existentes, agregando valor, así como crear otras nuevas en una amplia gama de sectores productivos; por ejemplo, en la ganadería, la genética, la industria alimenticia, el sector salud, entre otros. En el caso costarricense se registran aplicaciones principalmente en el área de la biotecnología forestal y ganadera, y el área de salud y medicina humana o animal.

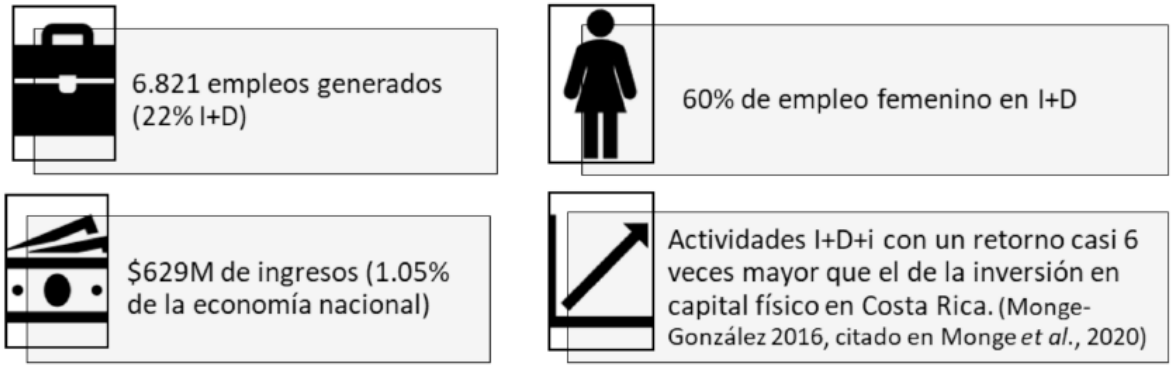
> La biotecnología puede generar simbiosis industriales; por ejemplo, una empresa que comercializa piña puede crear una simbiosis nueva a partir del procesamiento biotecnológico de su rastrojo. De esta forma, un nuevo producto aporta beneficios para la comunidad y el ambiente al reducir la contaminación, crear emprendimientos y empleos en zonas rurales. Además, al tratarse de biodegradación de materiales provenientes de procesos biomásicos o biológicos, usualmente tienen una contribución baja a los Gases de Efecto Invernadero, por lo que también pueden reducir la huella de carbono (Rodríguez, 2025).

Para potenciar los encadenamientos, las empresas nacionales deben conocer más de las oportunidades que representa la biotecnología en cuanto al desarrollo de nuevos productos y procesos, pues abre posibilidades para que productores nacionales, en especial los de zonas de menor desarrollo socioeconómico, generen nuevos bienes y servicios, propicien el

aprovechamiento comercial, aumenten sus ingresos y desarrollen nuevas ideas productivas y crezcan económicamente.

Por otra parte, se plantean propuestas para generar empleos (Figura 9) relacionados con el fomento de nuevas actividades productivas, bienes y servicios a partir de "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" (MICITT, 2020, P.58)" .

Figura 9 Costa Rica. Estimaciones sobre el giro central de biotecnología, 2018.



Tomado de PROCOMER, 2020.

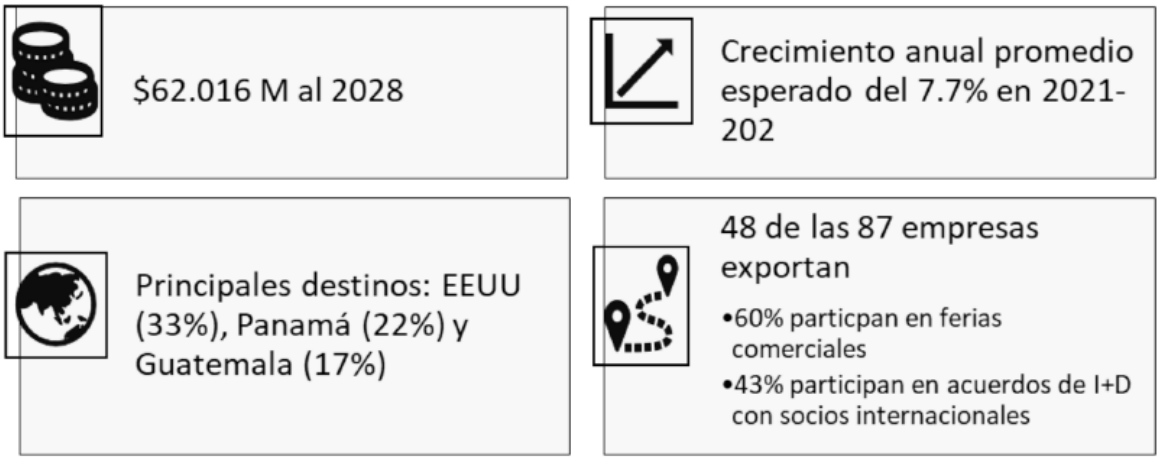
Según lo anterior, de acuerdo con el Foro Económico Mundial, se espera para Costa Rica, una oportunidad para aumentar los ingresos de las empresas por múltiples razones; por ejemplo, desarrollo de nuevos productos y procesos innovadores, mejora competitiva en sus negocios, acceso a nuevos nichos de mercado nacionales e internacionales, entre otros. Lo anterior implica que el crecimiento en los ingresos es una oportunidad para ampliar la capacidad de contratación de personal, lo cual genera empleos de distintos grados de conocimiento técnico, con mayor remuneración y demanda en el mercado de empleo formal.

Finalmente el sector biotecnológico es uno de los más innovadores en el ámbito mundial y con mayor proyección de crecimiento global, con aplicaciones en múltiples industrias y con un tamaño del mercado bastante amplio. Costa Rica busca ser un centro de apropiación con talento humano capacitado capaz de ofrecer servicios biotecnológicos de

calidad al mundo. El país tiene ventajas como laboratorios, centros de formación universitarios con niveles de investigación y de formación de muy buena calidad, un clúster que aglomera empresas del sector (CRBiomed), entre otros. Dentro de los productos biotecnológicos desarrollados se encuentran controladores biológicos de plagas (biocontroladores), biorremediación y compuestos bioactivos (como los alimentos funcionales, industria cosmética), entre otros.

De acuerdo con PROCOMER, los biocontroladores costarricenses son una opción atractiva para la exportación porque conlleva el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas, aprovechando fortalezas del país como su talento humano y el aprovechamiento de la biodiversidad, además permite la promoción de productos no tradicionales.

Figura 10 Costa Rica. Expectativas del mercado bioactivos en alimentos funcionales y nutracéuticos.

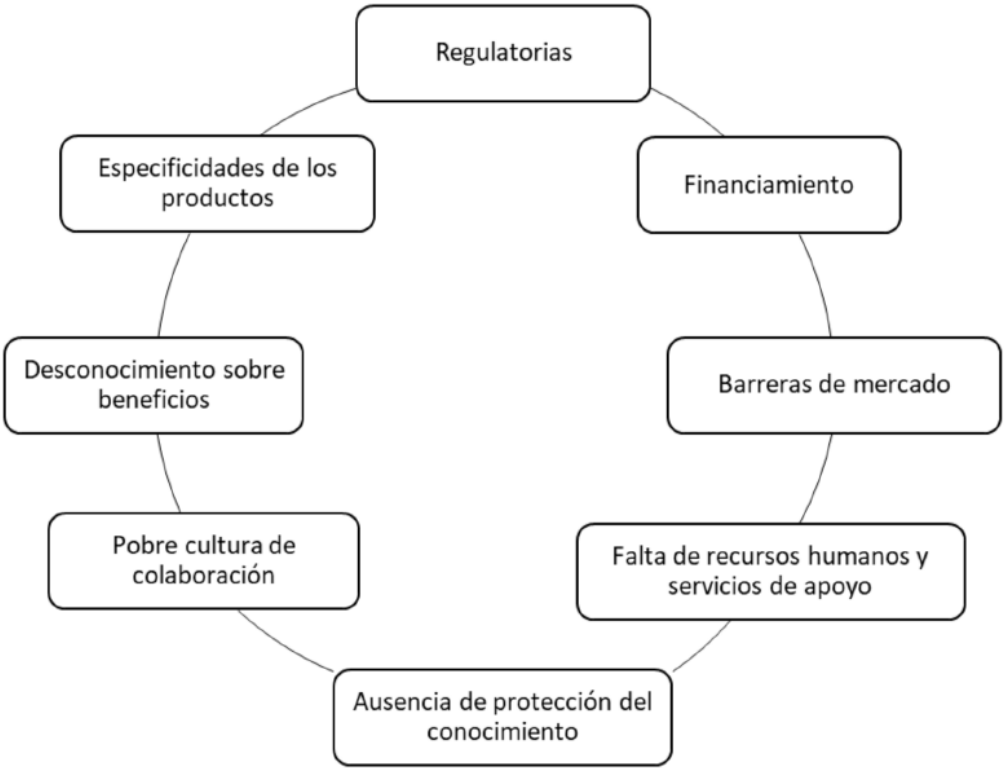


Tomado de PROCOMER, 2020.

Desafíos

El aprovechamiento de las oportunidades mencionadas implica una serie de desafíos. La Estrategia Nacional de Bioeconomía reconoce algunas posibles limitaciones, las cuales se muestran en la Figura 11.

Figura 11 Costa Rica. Limitaciones de la bioeconomía identificadas por la Estrategia Nacional de Bioeconomía.



Tomada del MICITT, 2020

El alcance de objetivos de desarrollo sostenible, y específicamente los planteados por la Estrategia de Bioeconomía (articulación de sectores, disciplinas y actores), requiere de la integración de políticas económicas, ambientales, sociales, entre otras con las científicas, agrícolas y tecnológicas. Es importante tener un consenso del tipo de especialización productiva que se quiere a nivel país.

Con respecto a la gobernanza y a las capacidades institucionales para la innovación, el país requiere fortalecimiento en cuatro funciones clave de política pública: estratégica, de diseño y coordinación, de implementación, y de monitoreo y evaluación. Asimismo, es precisa la asociación de empresas y organizaciones a lo largo de la cadena productiva para mejorar la productividad y la competitividad en procesos dentro del área comercial, tales como negociaciones de precios, acceso de compras por volumen, entre otros.

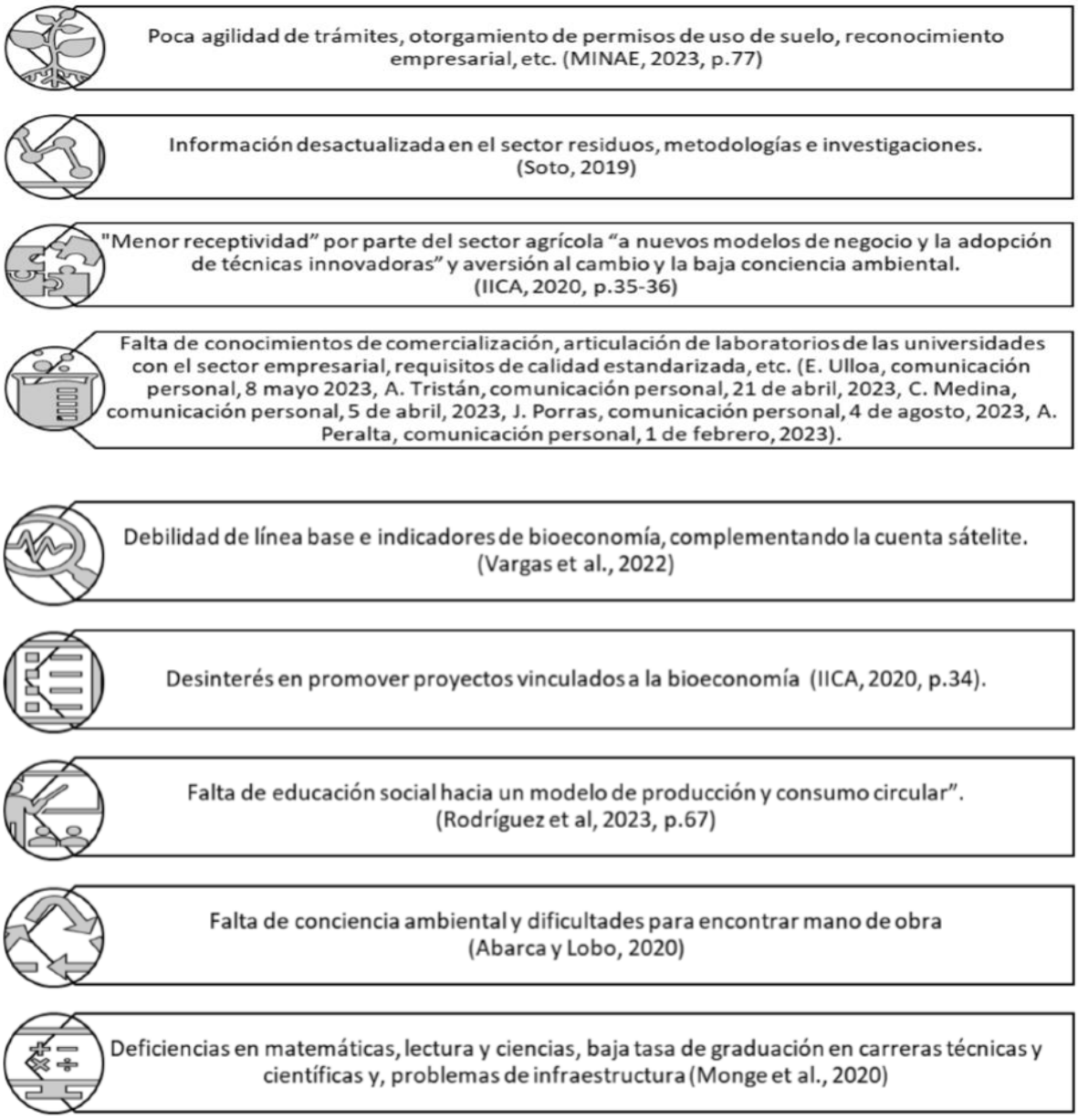
Según menciona el economista Oscar Quesada dentro del Programa Nacional de Clústeres sobresale el clúster de ciencias de la vida (CRBiomed), como una fortaleza para el país. Sin embargo, aún persisten amplios desafíos en la asociación de muchos sectores relacionados al desarrollo de la bioeconomía, como lo es el sector primario, que es un proveedor clave de la biomasa residual, entre otros. Muchos de estos desafíos se acrecientan en zonas fuera de la Gran Área Metropolitana.

Otro paso fundamental para avanzar en la transición hacia una bioeconomía circular es la debida gestión de los residuos, sin embargo ha sido carente puesto que dentro de las principales carencias de cumplimiento se señalan las malas prácticas y la disposición en sitios no apropiados, insuficiencia de personal, falta generación de empleo en el sector municipal y gestores de residuos con permisos de funcionamiento vencidos.

En materia de recursos financieros para la bioeconomía avanzada, la Estrategia Nacional de Bioeconomía plantea:

> Existen mecanismos de financiamiento, que generalmente se restringen a las fases iniciales de incubación y a la provisión de capital semilla a proyectos con potencial de desarrollo comercial; sin embargo, tales apoyos no son suficientes para las siguientes etapas críticas para llevar las innovaciones al mercado (MICITT, 2020, P.60) .

Figura 12 Desafíos para la implementación de la bioeconomía en los sectores productivos de Costa Rica

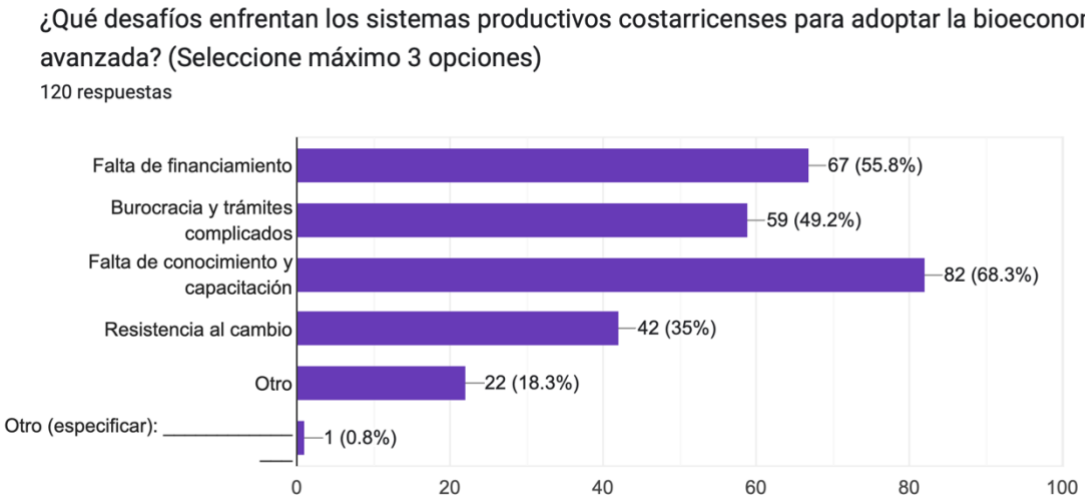


Tomada del MINAE, 2023

Estos son solo algunos de los múltiples desafíos que obstaculizan el potencial de la bioeconomía para el desarrollo productivo sostenible e inclusivo. El diálogo, la coordinación, la articulación, la generación de información precisa, la comprensión del tema, la generación de capacidades, la búsqueda de recursos financieros e incentivos no financieros, entre otros, surgen como propuestas para potenciar alternativas innovadoras y sostenibles como las que plantean la biotecnología y la bioeconomía.

Al igual que con los objetivos anteriores se preguntó a la población seleccionada sobre ¿Qué desafíos enfrentan los sistemas productivos costarricenses para adoptar la bioeconomía avanzada? Respondiendo un 68,3% que era la falta de conocimiento y capacitación, un 55,8% la falta de financiamiento, un 49,2% la burocracia y los tramites complicados, un 35% la resistencia al cambio y un 19,1% otras situaciones.

Fugura 14 ¿Qué desafíos enfrentan los sistemas productivos costarricenses para adoptar la bioeconomía avanzada?



Nota: Elaboración Propia, 2025.

CAPITULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este último apartado va orientado hacia las conclusiones y recomendaciones de toda la información recolectada a lo largo de la investigación, con el fin de dar un cierre de la manera más explicativa de la información. En el apartado de las conclusiones se da una respuesta concisa sobre cada uno de los objetivos planteados al inicio del documento, todo esto por medio de la recopilación de la diferente información obtenida y que anteriormente ya analizada a lo largo de la investigación.

Así mismo como parte de este mismo capítulo final en la parte de las conclusiones se da la respuesta a la pregunta del problema presente en esta investigación que fue planteada al inicio del documento, la cual es "¿Cómo ha influido la bioeconomía avanzada en la transformación de los sistemas productivos de Costa Rica hacia un modelo de desarrollo industrial sostenible durante el período 2017-2023, y qué papel ha jugado el marco político de bioeconomía en América Latina en este proceso?".

Conclusiones

En cuanto al primer objetivo se concluye que:

- La definición de la bioeconomía es un concepto social, dinámico y complejo que abarca el conjunto de las actividades económicas que dependen del uso de recursos biológicos (p. ej., microorganismos, biomasas producidas y de desecho), sean estas actividades primarias (agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y acuacultura), de transformación (p. ej., para producir alimentos, piensos, bioenergía, biomateriales, y productos bioquímicos), o de provisión de servicios (p. ej., biodiagnóstico, biomonitoreo, biodiseño, bioinformática, investigación y desarrollo); los servicios ecosistémicos, la biodiversidad y sus elementos, los recursos genéticos, y las aplicaciones derivadas del conocimiento de sistemas, procesos y principios biológicos; y las aplicaciones de tecnologías derivadas de la revolución en las ciencias biológicas y de la vida (p. ej., biotecnologías, genómicas, edición génica), y su convergencia con tecnologías en el ámbito de lasciencias de materiales (p. ej., nanotecnología) y digitales (p. ej., inteligencia artificial, analítica de datos) promoviendo así un uso más eficiente y responsable de los recursos naturales,

abordando los desafíos globales adaptándolo a sus necesidades nacionales, regionales y mundiales.

- La bioeconomía representa una estrategia de producción y organización económica que es transversal a todos los sectores productivos incluyendo no solamente los sectores modernos y de innovación, sino también los tradicionales (agricultura familiar, agroecosistemas de comunidades y pueblos originarios y otros), de diversas escalas de producción, que comparten el concepto del uso de los procesos y recursos biológicos como un componente central de sus actividades de producción y servicios

- La bioeconomía responde a los cuatro desafíos globales emergentes y convergentes: el crecimiento de la población mundial (nueve mil millones para 2050), el aumento de la demanda global de biomasa (al menos un 60% de los niveles actuales), que agrava la escasez de recursos naturales, la evidencia de que la era del petróleo y la energía barata se está acabando, y también debido a las preocupaciones por el cambio climático. Esto demuestra que no podemos continuar con el mismo modelo de desarrollo y que la bioeconomía será una herramienta indispensable para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas.

Por otra parte en cuanto a su segundo objetivo se concluye que:

- La bioeconomía provee bases para la transformación productiva, mediante la aplicación del conocimiento para incrementar la agregación de valor a la producción de los sectores agropecuario, acuicultura y pesca, forestal y agroindustrial, valorizar los residuos de los sectores agropecuario, acuicultura y pesca, forestal y agroindustrial, diversificar la producción y fomentar el desarrollo de nuevas cadenas de valor, mejorar la producción nacional, aprovechando de manera sostenible los recursos de nuestra biodiversidad y la aplicación del conocimiento en el ámbito de las ciencias biológicas permitiendo dar un gran salto hacia la sostenibilidad, conciliando objetivos de desarrollo productivo y de protección, conocimiento, uso sostenible y recuperación de nuestra riqueza biológica.

- La aplicación de avances en innovación y desarrollo permiten el proceso en cascada de la biomasa para la obtención de alimentos y piensos, fibras, energía, biomateriales y otros bioproductos de alto valor agregado. Como resultado de esto se logra una densificación económica regional que a su vez promueve el desarrollo de una mejor infraestructura y bienestar para la región (vías, comunicaciones, educación, salud, empleo digno, entre otros).

- La bioeconomía busca reconcilar las necesidades de los seres humanos y la naturaleza, persigue un sistema económico muy superior al actual al buscar alcanzar la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible y que se basa en el crecimiento económico sostenible, centrado en mejorar el bienestar humano y la equidad social, a la vez que reduce el consumo de los recursos y regerena los ecosistemas.

En cuanto las conclusiones de su tercer objetivo se menciona que:

- Las Estrategias de Bioeconomía busca convergencia entre objetivos de desarrollo productivo y de sostenibilidad, y en las que se destaca el potencial de la bioeconomía para la diversificación productiva y la agregación de valor.

- La implementación de estrategias de bioeconomía puede requerir inversiones significativas y la disponibilidad de financiamiento limitadas. Además implica la colaboración entre diferentes sectores y organismos gubernamentales. La falta de coordinación y comunicación entre estas entidades puede dificultar el avance de la estrategia así como también existe una falta de capacitación o conocimiento sobre bioeconomía entre los actores clave, lo que limita la capacidad para implementar acciones efectivas.

- Es notorio la ausencia de un marco legal que marque el rumbo de aplicación de la bioeconomía, falta de estudios que orienten su impacto socioeconómico y ambiental, nuevos roles de modelos económicos, que aunque esta transición es científicamente

es muy prometedora, es un verdadero desafío para el diseño de políticas globales y locales que promuevan un nuevo equilibrio basado en la bioeconomía dejando de un lado recursos dañinos para el planeta.

Finalmente se concluye en su cuarto objetivo que:

- La bioeconomía representa para Costa Rica la posibilidad de lograr la convergencia entre las políticas de desarrollo productivo y las políticas ambientales desarrolladas a lo largo de la últimas siete décadas. La bioeconomía nos puede permitir dar un gran salto hacia la sostenibilidad, conciliando objetivos de desarrollo productivo y de protección, conocimiento y uso sostenible de nuestra riqueza biológica lo cual puede ser visto como una oportunidad.

- 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 y el sector privado lo ha tomado como una oportuniad para desarrollar de manera autónoma las unidades de negocio relacionadas con la bioeconomía.

- Con respecto a la gobernanza y a las capacidades institucionales para la innovación, el país requiere fortalecimiento en cuatro funciones clave de política pública: estratégica, de diseño y coordinación, de implementación, y de monitoreo y evaluación. Asimismo, es precisa la asociación de empresas y organizaciones a lo largo de la cadena productiva para mejorar la productividad y la competitividad en procesos dentro del área comercial.

Recomendaciones

En cuanto al primer objetivo se recomienda que:

- Implementar programas de capacitación para trabajadores y emprendedores en bioeconomía. Esto incluye formación en prácticas sostenibles, manejo eficiente de recursos y tecnologías emergentes para que se sensibilicen sobre la bioeconomía y la importancia de la sostenibilidad.

- Promover la creación de cadenas de valor que integren la producción, transformación y comercialización de productos biológicos y fomentar la colaboración entre diferentes sectores (agricultura, turismo, investigación) para un desarrollo económico más cohesionado.

- Invertir en investigación y desarrollo de biotecnologías que mejoren la productividad y sostenibilidad de los sistemas productivos y fomentar la creación de startups y empresas que desarrollen productos y servicios basados en la bioeconomía.

Por otra parte en cuanto a su segundo objetivo se recomienda que:

- El desarrollo económico de la bioeconomía avanzada en Costa Rica puede ser una estrategia clave para fomentar un crecimiento industrial sostenible y resiliente. Por tanto se sugiere a los actores involucrados invertir en investigación y desarrollo en áreas relacionadas con la biotecnología, la agricultura sostenible y los recursos naturales.
- Crear incentivos fiscales y financieros para empresas que adopten prácticas de bioeconomía, como el uso de materias primas renovables, la reducción de residuos y la implementación de tecnologías limpias.
- Fomentar prácticas de comercio justo que beneficien a los productores locales y aseguren que los productos de bioeconomía sean accesibles y sostenibles, lo que también puede abrir mercados internacionales.

- Promover la creación de clústeres de bioeconomía que integren a diferentes actores, como empresas, universidades, organizaciones no gubernamentales y el gobierno, para potenciar la colaboración y el intercambio de conocimientos.

En cuanto a su tercer objetivo se recomienda que:

- De alta prioridad sería constituir un Consejo Nacional de Bioeconomía, que tendría como una primera acción corregir y adecuar la estrategia de la bioeconomía y comenzar la grande tarea de sensibilizar a la sociedad civil, en las diferentes regiones y territorios del país.

- Implementar una estrategia de mercado líder (como en el caso europeo), donde se priorice la apertura y la comercialización de productos "bio". Esto daría un plus al mercado, pues indica que los productos realizados desde la bioeconomía tendrán mayor remuneración económica, facilidad de exportación y consumo.
- 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 con el fin de generar estrategias y acciones dirigidas.

Finalmente en su cuarto objetivo se recomienda que:

- 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. Es fundamental que la sociedad se involucre y tome conciencia sobre esta temática. Por lo tanto, también sería apropiado incorporar cursos sobre bioeconomía en la educación superior y técnica.

- 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.

- Para futuras investigaciones se recomienda, que esta investigación se realice como parte de un proyecto de cooperación internacional pues ofrece oportunidades para desarrollar su labor desde los diferentes sectores que ofrece la bioeconomía. A su vez, abre el camino para realizar análisis que les permitan a los Estados establecer en espacios internacionales nuevos paradigmas o metodologías para enfrentar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Entre las posibles líneas de investigación se puede estudiar el desarrollo de nuevos bioproductos a partir de recursos biológicos, así como la mejora de procesos biotecnológicos para la producción sostenible, estudio de modelos de negocio que integren la economía circular en la bioeconomía, enfocándose en la reutilización y reciclaje de biomasa, análisis de marcos regulatorios y políticas públicas que faciliten la transición hacia una bioeconomía sostenible y sobre la sostenibilidad de los recursos biológicos y su valorización económica en el contexto de la bioeconomía entre otros.

ANEXOS

Encuesta

Sección 1: Datos Generales

1. **¿Cuál es su sector de trabajo?**
   a) Sector público
   b) Sector privado
   c) Academia
   d) Organización no gubernamental (ONG)
   e) Otro (especificar): _____
2. **¿Conoce el concepto de "bioeconomía avanzada"?**
   a) Sí, lo conozco bien y puedo explicarlo.
   b) Sí, lo he escuchado, pero no estoy seguro/a de su significado exacto.
   c) No, no estoy familiarizado/a con este término.
3. **¿Entiende qué significa "desarrollo industrial sostenible"?**
   a) Sí, lo entiendo claramente.
   b) Sí, pero tengo algunas dudas sobre su aplicación.
   c) No, no estoy seguro/a de qué significa.

Sección 2: Importancia de la Bioeconomía Avanzada

3. **¿Considera que la bioeconomía avanzada es un modelo clave para el desarrollo industrial y sostenible en Costa Rica?**
   a) Sí, totalmente
   b) Sí, en parte
   c) No
   d) No sé / No tengo información
4. **¿En qué sectores productivos cree que la bioeconomía avanzada ha tenido mayor impacto en Costa Rica? (Seleccione máximo 3 opciones)**
   a) Agricultura

b) Industria manufacturera

c) Energía renovable

d) Turismo

e) Tecnología e innovación

f) Otro (especificar): _____

5. **¿Cómo calificaría el impacto de la bioeconomía avanzada en la sostenibilidad ambiental de Costa Rica?**

   a) Muy positivo

   b) Positivo

   c) Neutral

   d) Negativo

   e) Muy negativo

Sección 3: Desarrollo Industrial y Sostenible

6. **¿Cree que la bioeconomía avanzada ha contribuido al desarrollo industrial sostenible en Costa Rica?**

   a) Sí, significativamente

   b) Sí, pero de manera limitada

   c) No

   d) No sé / No tengo información

7. **¿Qué beneficios ha traído la bioeconomía avanzada al sector industrial costarricense? (Seleccione máximo 3 opciones)**

   a) Reducción de emisiones de carbono

   b) Mayor eficiencia en el uso de recursos

   c) Creación de empleo

   d) Innovación tecnológica

   e) Otro (especificar): _____

8. **¿Qué tan importante es la bioeconomía avanzada para la competitividad internacional de Costa Rica?**

   a) Muy importante

   b) Importante

c) Poco importante

d) Nada importante

e) No sé / No tengo información

Sección 4: Sistemas Productivos de Costa Rica

9. **¿Cómo ha influido la bioeconomía avanzada en los sistemas productivos agrícolas de Costa Rica?**
   a) Muy positivamente
   b) Positivamente
   c) Neutral
   d) Negativamente
   e) Muy negativamente
10. **¿Qué desafíos enfrentan los sistemas productivos costarricenses para adoptar la bioeconomía avanzada? (Seleccione máximo 3 opciones)**
    a) Falta de financiamiento
    b) Burocracia y trámites complicados
    c) Falta de conocimiento y capacitación
    d) Resistencia al cambio
    e) Otro (especificar): _____

Sección 5: Marco Político y Regional

11. **¿Cree que las políticas públicas de Costa Rica han fomentado adecuadamente la bioeconomía avanzada?**
    a) Sí, totalmente
    b) Sí, en parte
    c) No
    d) No sé / No tengo información
12. **¿Qué tan importante es el marco político regional (América Latina) para la implementación de la bioeconomía avanzada en Costa Rica?**
    a) Muy importante
    b) Importante

c) Poco importante

d) Nada importante

e) No sé / No tengo información

13. **¿Qué políticas o estrategias regionales cree que han sido más efectivas para promover la bioeconomía avanzada? (Seleccione máximo 2 opciones)**

a) Acuerdos de cooperación internacional

b) Financiamiento de organismos multilaterales

c) Intercambio de conocimiento y tecnología

d) Otro (especificar): _____

Entrevista

Bloque 1: Conocimiento y Experiencia en Bioeconomía Avanzada

1. **¿**Podría describir su experiencia profesional relacionada con la bioeconomía avanzada y su aplicación en Costa Rica?
2. Desde su perspectiva, ¿qué es la bioeconomía avanzada y cómo se diferencia de otros modelos económicos?
3. ¿Qué proyectos o iniciativas relacionadas con la bioeconomía avanzada ha trabajado o conoce en Costa Rica durante el período 2017-2023?

Bloque 2: Impacto en los Sistemas Productivos

4. ¿Cómo ha influido la bioeconomía avanzada en los sistemas productivos de Costa Rica, especialmente en sectores como la agricultura, la industria y la energía?
5. ¿Qué beneficios ambientales ha observado en los sistemas productivos costarricenses como resultado de la implementación de la bioeconomía avanzada?
6. ¿Qué desafíos enfrentan los sistemas productivos para adoptar prácticas de bioeconomía avanzada?

Bloque 3: Desarrollo Industrial y Sostenible

7. ¿Cómo contribuye la bioeconomía avanzada al desarrollo industrial sostenible en Costa Rica?

8. ¿Qué tecnologías o innovaciones asociadas a la bioeconomía avanzada considera más relevantes para la industria costarricense?
9. ¿Qué impacto ha tenido la bioeconomía avanzada en la descarbonización de la industria en Costa Rica?

Bloque 4: Marco Político y Regulatorio

10. ¿Cómo evalúa las políticas públicas de Costa Rica en relación con la promoción de la bioeconomía avanzada?
11. ¿Qué papel han jugado los organismos internacionales y los acuerdos regionales en la implementación de la bioeconomía avanzada en Costa Rica?
12. ¿Qué cambios o mejoras recomendaría en el marco político para fomentar la bioeconomía avanzada en el país?

Bloque 5: Perspectivas Futuras

13. ¿Cuál cree que es el potencial de la bioeconomía avanzada para transformar los sistemas productivos de Costa Rica en el futuro?
14. ¿Qué sectores o áreas considera que deberían ser prioritarios para la implementación de la bioeconomía avanzada en los próximos años?
15. ¿Qué lecciones puede aprender Costa Rica de otros países que han implementado con éxito la bioeconomía avanzada?

Bloque 6: Comentarios Finales

16. ¿Hay algún aspecto adicional que considere importante mencionar sobre la bioeconomía avanzada y su impacto en Costa Rica?
17. ¿Qué mensaje le gustaría transmitir a los tomadores de decisiones y actores clave para promover la bioeconomía avanzada en el país?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, A., Twardowski, T. y Wohlgemuth, R. (2019). *Bioeconomy for sustainable development*. https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/biot.201800638

Anlló, G., Bisang, R. y Trigo, E. (2018). *Bioeconomía: hacia una lógica productiva sostenible*. http://forocilac.org/wp-content/uploads/2018/10/PolicyPapersCILAC2018-Bioeconomia.pdf

Aramendis, RH; Rodríguez, AG; Krieger Merico, LF. 2018. *Contribuciones para un gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe: bioeconomía*. CEPAL. https://www.cepal.org/es/publicaciones/43825-contribuciones-un-gran-impulso-ambiental-america-latina-caribe-bioeconomia

Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica.* https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=W5n0BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=Arias,+F.+G.+(2012).+El+proyecto+de+investigación.+Introducción+a+la+metodología+científica.+6ta.+Fidias+G.+Arias+Odón.proyecto+de+investigacion+arias&ots=kZkQgkzvh4&sig=TFoCe0mJJTM94f55jzuwcu1Mzlg#v=onepage&q&f=false

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Pearson Educación.

Brenes Porras, C. (2024). *Bioeconomía desde las relaciones internacionales: oportunidades y desafíos en las políticas comerciales bioeconómicas de Costa Rica como respuesta a la crisis climática.* https://repositorio.una.ac.cr/items/f820b82f-6a97-4dc7-a9b9-c6c2dca38e4e

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile). (2018c). *Memoria (en línea).* En Adrián G. Rodríguez (ed.). Seminario Regional Bioeconomía en América Latina y el Caribe (2018) https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44241/1/S1800922_es.pdf.CEPAL

Chavarría, H., Trigo, E., & Rodríguez, A. (2019). *La bioeconomía: potenciando el desarrollo sostenible de la agricultura y los territorios rurales en ALC*. CEPAL–FAO–IICA. https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/12380/BVE20107947e.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2015). *Métodos de recolección y análisis de datos: Manual de investigación cualitativa*. https://pics.unison.mx/doctorado/wp-content/uploads/2020/05/manual_investigacion_cualitativa.pdf

Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., & Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico.*Investigación en educación médica*, *2*(7), 162-167. https://www.redalyc.org/pdf/3497/349733228009.pdf

Dietz, T., Börner, J., Förster, J. J., & Von Braun, J. (2018). Governance of the bioeconomy: A global comparative study of national bioeconomy strategies. Sustainability, 10(9), 3190. DOI: https://doi.org/10.3390/su10093190

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

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia); AGROSAVIA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2018. *Innovaciones en Producción cárnica con bajas emisiones de carbono: experiencias y desafíos en América Latina y el Caribe*. http://www.fao.org/americas/eventos/ver/es/c/1143349/

Global Bioeconomy Summit-GBS. (2018).*Global Bioeconomy Summit. Communiqué.* https://www.biooekonomierat.de/media/pdf/archiv/international-gbs-2018-communique.pdf?m=1637836879&" \h

Guirao Goris, S. J. A. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene*, *9*(2), 0-0. https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=s1988-348x2015000200002&script=sci_arttext

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

Hodson de Jaramillo, E., Trigo, E., Henry, G., Aramendis Ramírez, R. H., Castaño, A., Coremberg, A., y Otero, M. (2019). *La bioeconomía. Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina: Bioeconomy. New framework for sustainable growth in Latin America*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/43705

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2020. *Tecnologías de la bioeconomía para valorizar residuos y desperdicios: oportunidades de negocio para*

la agricultura familiar. https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/12942/BVE20109022e.pdf?sequence=1&isAllowed=y

International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA) (2018) *Accomplishment Report* (en línea). https://www.isaaa.org/resources/publications/annualreport/2018/default.asp

Machi, L. y McEvoy, B. (2009) *The literature review: six steps to success*. http://www.corwin.com/books/Book238875

Madrigal, R., & Alpízar, F. (2023). *Análisis de oportunidades para la introducción de instrumentos fiscales que incentiven la descarbonización del sector de gestión de residuos en Costa Rica*. https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/79ae9376-6ca8-4bd9-b327-0d60fd19ca49/content

Martel, C,Medina, M, Loaiza,R, Rojas,R, Castillo,R & Bustamante,B. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación.* https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/download/90/133/157?inline=1

Martínez, C. (2020). Economía circular y bioeconomía, pilares del desarrollo sostenible. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7815442

Ministerio de Ciencias, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT). *Estrategia Nacional de Bioeconomía Costa Rica 2020-2030.* https://bionegocios.cr/recursos/estrategia-nacional-de-bioeconomia-version-completa

Monge-González, R., Crespi, G. y Beverinotti, J. (2020). *Confrontando el reto del crecimiento: productividad e innovación en Costa Rica.* https://publications.iadb.org/es/confrontando-el-reto-del-crecimiento-productividad-e-innovacion-en-costa-rica

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). *La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas.* https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2020). *Costa Rica lanza Estrategia Nacional de Bioeconomía. Naciones Unidas*. https://www.cepal.org/es/notas/costa-rica-lanza-estrategia-nacional-bioeconomia#:~:text=El %20lanzamiento %20de %20la %20Estrategia,Mario %20Cimoli %2C %20del %20representante %20del

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (PNUD) 2013. *América Latina y el Caribe: una superpotencia en biodiversidad (en líne*a). https://www.undp.org/es/latin-america/publicaciones/latin-america-and-caribbean-biodiversity-super-power

Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER). (2020). *Mapeo de biotecnología: caracterización de la industria*. http://sistemas.procomer.go.cr/DocsSEM/603DD5ED-88F2-4A4E-A819-74FA70D19CA6.pdf

Rodríguez, A.G., Mondaini, A.O.y Hitschfeld, M.A. (2017). *Bioeconomía en América Latina y el Caribe. Contexto global y regional y perspectivas. Unidad de Desarrollo Agrícola, División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Serie Desarrollo Productivo CEPAL* https://doi.org/10.18257/raccefyn.650

Tamayo Tamayo, M. (2007). Apuntes de Investigación en Ciencias Sociales. https://virtual.urbe.edu/tesispub/0035065/cap03.pdf

Trigo, E; Mateo, N; Falconi, C. (2013). *Agricultural innovation in Latin America and the Caribbean: institutional scenarios and mechanisms.* https://tapipedia.org/sites/default/files/agricultural_innovation_in_la_and_ca.pdf

Universidad Nacional de Costa Rica. (2021). Programa UNA-Bioeconomía. https://www.investigacion.una.ac.cr/bioeconomia

Zanetti, EA; Gómez, JJ; Mostacedo, SJ; Reyes, O. (2015). Cambio *climático y políticas públicas forestales en América Latina: Una visión preliminar (en línea*). https://www.cepal.org/es/publicaciones/40922-cambio-climatico-politicas-publicas-forestales-america-latina-vision-preliminar