



Universidad Nacional de Costa Rica
Facultad de Ciencias Sociales
Escuela de Economía

Análisis de las repercusiones económicas, ambientales y sociales, de la aplicación de política fiscal expansiva sobre el progreso de una Bioeconomía dirigida al Desarrollo Sostenible en Costa Rica, 2018-2050

Modalidad de Graduación:
Proyecto de graduación

Sustentantes:
Gonzalo Obando Víquez
Jostin Daniel Cuendis Ramírez

Campus Omar Dengo, Heredia
Junio, 2025

Los contenidos emitidos en el presente Trabajo Final de Graduación son de exclusiva responsabilidad de los sustentantes de esta



Universidad Nacional de Costa Rica
Facultad de Ciencias Sociales
Escuela de Economía

Análisis de las repercusiones económicas, ambientales y sociales, de la aplicación de política fiscal expansiva sobre el progreso de una Bioeconomía dirigida al Desarrollo Sostenible en Costa Rica, 2018-2050

Modalidad de Graduación:
Proyecto

Informe Final de Graduación sometido a consideración del Tribunal Examinador para optar por el grado de Licenciatura en Economía

Sustentantes:
Gonzalo Obando Víquez
Jostin Daniel Cuendis Ramírez

Campus Omar Dengo, Heredia
Junio, 2025

Hoja de Aprobación

Este Trabajo Final de Graduación fue aprobado por el Tribunal Examinador como requisito para optar al grado de Licenciatura en Economía, Universidad Nacional de Costa Rica.



Dr. Giovanni Rodríguez Sánchez
Representante del Decanato
-Quien preside-
Facultad de Ciencias Sociales

Dr. Andrey Valenciano Salazar
Director
Escuela de Economía

Dra. Gabriela Ortiz Valverde
Tutora

M.Sc. Fernando Rodríguez Garro
Asesor

Licda. Mónica Rodríguez Zúñiga
Asesora

Bach. Jostin Cuendis Ramírez
Postulante

Bach. Gonzalo Obando Viquez
Postulante

Tel. (506) 2277-3000
Apartado 86-3000
Heredia
Costa Rica
www.una.ac.cr



INSTITUCIÓN BENEMÉRITA DE LA EDUCACIÓN, LA TECNOLOGÍA, LA CIENCIA Y LA CULTURA COSTARRICENSE • LEY 9187

Índice de Contenidos

Introducción.....	16
Capítulo 1. Generalidades del proyecto de graduación	19
1.1 Antecedentes	19
1.1.1 Histórico.....	19
1.1.2 Contextual.....	21
1.1.3 Teórico y metodológico.....	24
1.2 Justificación y planteamiento del problema.....	27
1.2.1 Relevancia de la investigación.....	29
1.2.2 Pertinencia de la investigación	30
1.2.3 Relación con el desarrollo.....	31
1.2.4 Delimitación espacio temporal	32
1.2.5 Pregunta y sub-preguntas de investigación	32
1.3 Objetivo General	33
1.3.1 Objetivos específicos.....	33
Capítulo 2. Marco Teórico.....	34
2.1 Abordajes teóricos previos a la Bioeconomía	34
2.2 Bioeconomía y Desarrollo Sostenible	38
2.3 Política fiscal	40
2.4 Teoría del Equilibrio General	43
Capítulo 3. Marco Metodológico	63
3.1 Enfoque de la investigación	63
3.2 Tipo de investigación	63
3.3 Universo de la investigación	64

3.3.1	Sujetos y fuentes de información	64
3.3.2	Población o Muestra	64
3.4	Técnicas e instrumentos de investigación	64
3.4.1	Construcción de equivalencias:	64
3.4.2	Construcción de escenarios de política fiscal	68
3.4.3	Revisión documental.....	70
3.5	Matriz Metodológica.....	72
3.6	Cronograma	74
Capitulo 4.	Caracterización de la bioeconomía en Costa Rica	77
4.1	Caracterización institucional	77
4.2	Caracterización económica.....	79
4.2.1	Producción.....	80
4.2.2	Utilización	87
4.2.3	Valor Agregado.....	94
4.2.4	Empleo.....	96
4.3	Caracterización energética y de emisiones.....	101
4.3.1	Producción energética	101
4.3.2	Utilización energética.....	104
4.3.3	Emisiones	109
Capitulo 5.	Análisis de los efectos sociales, ambientales y económicos.	114
5.1	Especificaciones del modelo.....	114
5.1.1	Actualización del año base	114
5.1.2	Condiciones de cierre del modelo – Escenario Base.....	114
5.1.3	Condiciones de cierre del modelo – Escenarios de política.....	116

5.1.4	Escenarios de política fiscal.....	117
5.2	Análisis de resultados de la simulación	120
5.2.1	Escenario base	120
5.2.2	Resultados a partir de los escenarios de política fiscal.....	124
5.2.3	Dimensión económica.....	125
5.2.4	Dimensión social.....	132
5.2.5	Dimensión ambiental	134
Capítulo 6.	Recomendaciones de lineamientos de política pública para la bioeconomía	140
6.1	Acreditación bioeconómica	141
6.2	Diseño de beneficios fiscales.....	141
6.3	Simplificación administrativa	142
6.4	Adaptaciones y sinergias	143
6.5	Financiamiento y otras consideraciones	144
6.6	Recomendaciones integrales para Costa Rica	145
Capítulo 7.	Conclusiones y Recomendaciones.....	147
7.1	Caracterización de la bioeconomía.....	147
7.2	Repercusiones económicas, sociales y ambientales	147
7.3	Lineamientos de política pública	150
7.4	Recomendaciones finales.....	151
Referencias	154
Anexos	162

Índice de Tablas

Tabla 1. VBP de Grupos de productos por clasificación. En porcentajes, año 2021	81
Tabla 2. VBP de productos del grupo “Alimentos, bebidas y tabaco”. En porcentajes y millones de colones, año 2021.	82
Tabla 3. VBP de grupos de productos clasificados como “Mixto”. En porcentajes y millones de colones, año 2021	83
Tabla 4. VBP de productos del grupo “Industria Química”. En porcentajes y millones de colones, año 2021.....	83
Tabla 5. VBP de grupos de productos clasificados como “NBE”. En porcentajes y millones de colones, año 2021.....	84
Tabla 6. VBP de productos bioeconómicos por categoría de actividad. Monto en millones de colones y porcentajes, año 2021.	85
Tabla 7. Productos bioeconómicos producidos por actividades bioeconómicas. En millones de colones, año 2021	85
Tabla 8. Productos bioeconómicos producidos por actividades no características de la bioeconomía. En millones de colones, año 2021.	86
Tabla 9. CI de Grupos de actividades por clasificación y categoría de actividad. En porcentajes, año 2021	88
Tabla 10. CI de grupos de actividades clasificadas como “BE”. En porcentajes y millones de colones, año 2021	89
Tabla 11. CI de actividades del grupo “Alimentos, bebidas y tabaco”. En porcentajes y millones de colones, año 2021.	90
Tabla 12. CI de grupos de actividades clasificadas como “Mixto”. En porcentajes y millones de colones, año 2021	90

Tabla 13. CI de las actividades del grupo “Industria Química”. En porcentajes y millones de colones, año 2021	91
Tabla 14. CI de grupos de actividades clasificados como “NBE”. En porcentajes y millones de colones, año 2021.....	92
Tabla 15. CI de actividades bioeconómicas por categoría de producto. Monto en millones de colones y porcentajes, año 2021	92
Tabla 16. Productos bioeconómicos utilizados por actividades bioeconómicas. En millones de colones, año 2021	93
Tabla 17. Productos no bioeconómicos utilizados por actividades bioeconómicas. En millones de colones, año 2021.	94
Tabla 18. VA de los grupos “BE” por actividad. En porcentajes y monto en millones de colones, año 2021.....	95
Tabla 19. Empleo por clasificación de grupos y categorías de empleo. En porcentajes, año 2021.....	97
Tabla 20. Empleo de grupos “BE” por categoría de trabajo y actividades. En porcentajes y empleados, año 2021.	98
Tabla 21. Distribución por actividad del tipo de empleo de los grupos “BE”.....	99
Tabla 22. Cantidad de Trabajadores familiares no remunerados y su proporción por categoría de actividad. Periodo 2017-2021.	100
Tabla 23. Importaciones de productos energéticos por tipo de recursos. En terajulios y porcentajes, año 2021	103
Tabla 24. Producción nacional de productos energéticos por tipo de recurso. En terajulios y porcentajes, año 2021	104
Tabla 25. Uso de productos energéticos por tipo utilización. En terajulios y porcentajes. Año 2021	105

Tabla 26. Uso energético de actividades económicas por clasificación y grupo. En porcentajes y terajulios, año 2021	106
Tabla 27. Uso de productos energéticos bioeconómicos y no bioeconómicos grupos “BE”. En terajulios y porcentajes, año 2021	107
Tabla 28. Uso de productos energéticos bioeconómicos de la actividad “Elaboración de azúcar” por producto. En terajulios y porcentajes, año 2021	108
Tabla 29. Emisiones de CO ₂ por clasificación y grupo de actividades económicas. En porcentajes y toneladas, año 2021	110
Tabla 30. Emisiones de los grupos “BE” por producto energético. En porcentajes y toneladas de CO ₂	111
Tabla 31. Variables actualizadas a 2024.....	114
Tabla 32. Reglas de cierre en el mercado de factores.....	116
Tabla 33. Resultados esperados según los mecanismos de transmisión	119
Tabla 34. Participación relativa de productos bioeconómicos en indicadores	124
Tabla 35. Desviación porcentual en la participación relativa del CI en la demanda total, según producto bioeconómico y escenario.	125
Tabla 36. Desviación porcentual de la inversión, según actividades económicas y escenario.	127
Tabla 37. Desviación porcentual del nivel de actividad, según actividades económicas y escenario.	128
Tabla 38. Desviación porcentual en indicadores macroeconómicos, según escenario.	132

Tabla 39 . Desviación porcentual en indicadores sociales, según escenario.....	133
Tabla 40. Desviación porcentual de las emisiones CO2 por actividades.	136
Tabla 41. Desviación porcentual de las emisiones CO2 por actividades.	138
Tabla 42. Recomendaciones de lineamientos de política para Costa Rica que propicien el desarrollo sostenible basado en la bioeconomía	146

Índice de Figuras

Figura 1. Función de producción de IEEM	50
Figura 2. Elementos de la definición de bioeconomía acordada internacionalmente	65
Figura 3. Diagrama de clasificación de actividad y productos bioeconómicos	66
Figura 4. Diagrama de Clasificación bioeconómica para los grupos de actividades/productos del modelo IEEM-CRI.....	67
Figura 5. Productos bioeconómicos con mayor tasa de variación anual promedio. En millones de colones y porcentajes, periodo 2017-2021	87
Figura 6. Actividades bioeconómicas dentro de la clasificación “BE” con mayor tasa de variación anual promedio. En millones de colones y porcentajes, periodo 2017-2021.....	96
Figura 7. Actividades bioeconómicas con mayor cociente VA/Empleo. En millones de colones, periodo 2021.	101
Figura 8. Producción de productos energéticos por origen. En terajulios, año 2017-2021.....	102
Figura 9. Uso de productos energéticos bioeconómicos por actividad del grupo “Alimentos, bebidas y tabaco”. En terajulios y porcentajes, año 2021	108
Figura 10. Emisiones de los grupos “BE” y “Mixto” y su tasa de variación promedio anual. En toneladas de CO ₂ y porcentajes, periodo 2017-2021	112
Figura 11. Emisiones de grupos “NBE” y su tasa de variación promedio anual. En toneladas de CO ₂ y porcentajes, periodo 2017-2021.	113
Figura 12. Estructura de costos de las actividades bioeconómicas por componente.	121

Figura 13. Estructura de costos de los grupos no bioeconómicos por componente	122
Figura 14. Composición de la demanda total de productos bioeconómicos.....	123
Figura 15. Desviación porcentual de las partidas presupuestarias del Gobierno.	129
Figura 16. Desviación porcentual de las partidas presupuestarias del Gobierno.	130
Figura 17. Desviación porcentual de las emisiones CO2 por actividad.	135
Figura 18. Desviación porcentual de las emisiones CO2 por actividad.	138

Índice de Acrónimos

Acrónimo	Significado
BCCR	Banco Central de Costa Rica
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
CES	Elasticidad de Sustitución Constante
CET	Elasticidad de Transformación Constante
COU	Cuadros de Oferta y Utilización
CSB	Cuenta Satélite de Bioeconomía para Costa Rica
EBC	Economía Basada en el Conocimiento
ENAHO	Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares
ENB	Estrategia Nacional de Bioeconomía
ERTR	Cuentas Nacionales de Ingresos Fiscales Relacionados con el Ambiente
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GTAP	Proyecto de Análisis del Comercio Global
IEEM	Modelo de Equilibrio General Integrado Económico-Ambiental
I-O	Insumo Producto
IPD	Producto Interno Bruto
IVA	Impuesto al Valor Agregado
IVA	Impuesto al valor agregado
MAGNET	Herramienta Modular de Equilibrio General Agrícola
MCS	Matriz de Contabilidad Social
MEG	Modelo de Equilibrio General
MEGC	Modelos de Equilibrio General Computable
MIP	Insumo Producto
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
SCAE	Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica
SCN	Sistema de Cuentas Nacionales
UE	Unión Europea

Dedicatoria

A Dios por el Don de la vida y su bendición en cada proceso. A mi madre, Hazel Ramírez Calderón, a mi padre, Héctor Cuendis Cambronero y mis abuelas, mi tita Flory y mi tita Marielos, por su amor, esfuerzo y consejo continuo.

Jostin Daniel Cuendis Ramírez

A mi familia, en especial a mi hermano Thomas, mis primos Javier y Diego, mi tío abuelo Rodrigo y a mi abuela María Isabel, que me permitieron retribuir todo lo que me fue dado.

Gonzalo Obando Víquez

Agradecimientos

A nuestra tutora Gabriela, y a los lectores Mónica y Fernando, por su orientación y valiosa retroalimentación que enriquecieron cada capítulo de este trabajo.

Al Banco Central de Costa Rica por otorgar la licencia para la ejecución del modelaje.

Por último, a Martin Cicowiez coautor de IEEM por su orientación experta.

Introducción

Actualmente hay un gran interés hacia la promoción de la bioeconomía, hasta 2022 alrededor de 50 países han adoptado estrategias nacionales de políticas en esta dirección (Gould et al., 2023). Según la Cumbre Mundial de Bioeconomía (2018), la bioeconomía abarca la producción, utilización y conservación de los recursos biológicos, incluidos los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación, para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos con el objetivo de contribuir hacia una economía sostenible.

Pietzsch (2020), señala que esta tendencia obedece a la necesidad de mitigar problemas del desarrollo, especialmente los ambientales. En este contexto, la bioeconomía podría desempeñar un papel clave en la neutralidad climática y la sostenibilidad.

Costa Rica no es ajena a esta tendencia. En 2020 el país lanzó la Estrategia Nacional de Bioeconomía, iniciativa orientada a fomentar el uso sostenible de recursos biológicos, basada en el conocimiento, resiliencia y competitividad con miras a la descarbonización. Esta estrategia está fundamentada en visiones, principios y objetivos de una bioeconomía que contribuya a los tres ámbitos de la sostenibilidad: economía, sociedad y ambiente (Gobierno de Costa Rica, 2020).

Si bien la estrategia presenta una visión general y plantea propuestas e ideas innovadoras, carece de dos elementos esenciales para respaldar su implementación efectiva. En primer lugar, no proporciona evidencia cuantitativa que evalúe el impacto de la bioeconomía en el desarrollo sostenible ni verifica si sus beneficios potenciales se alinean con lo que señala la literatura. En segundo lugar, aunque propone incentivos económicos como un eje transversal, no especifica cuáles serían los más adecuados ni sus posibles efectos en la práctica. Estos elementos son esenciales en procesos de transición hacia la bioeconomía (Angenendt et al., 2018; Jendrzewski, 2020).

Tomando en cuenta lo anterior, este estudio busca: (i) caracterizar la bioeconomía en Costa Rica, para contextualizar el objeto de estudio, (ii) estimar los efectos sociales, ambientales y económicos a partir de diferentes escenarios de política fiscal de una transición hacia la bioeconomía, y (iii) proponer lineamientos de política pública para el país que propicien el desarrollo sostenible basados en la bioeconomía.

Dado el contexto problemático y los objetivos de esta investigación, el enfoque teórico más adecuado para sustentar el análisis es la economía sostenible. Este marco permite examinar las interacciones entre las dimensiones económica, social y ambiental a largo plazo, así como el papel de las instituciones y los instrumentos de política en su gestión (Segura et., al ,2023; Barahona et., al, 2024; Dopico e Iglesias, 2010).

Con el propósito de subsanar la ausencia de evidencia empírica sobre el impacto de la bioeconomía en el desarrollo sostenible y la falta de especificidad en las herramientas

de política económica para su incentivo, este estudio propone analizar, a partir de escenarios de política fiscal expansiva, las repercusiones de una transición hacia la bioeconomía en Costa Rica. Para ello, se emplea el Modelo de Equilibrio General Integrado Económico-Ambiental, permitiendo una evaluación estructurada de sus efectos (Banerjee et al., 2021).

Este enfoque metodológico aplicado a la bioeconomía es innovador, tanto en el país, como en la región latinoamericana. Integra el concepto de bioeconomía con elementos de política fiscal orientados a la consecución de logros ambientales y crecimiento económico, lo que se conoce en la literatura como dividendos verdes y azules; incorporando además consideraciones sobre su impacto social. A diferencia de otros modelos, este enfoque permite una visión integral de los lineamientos de política y una evaluación holística de la viabilidad de promover la bioeconomía en Costa Rica (Angenendt et al., 2018).

Desde una perspectiva empírica, esta investigación contribuye al estudio de la bioeconomía a través de un análisis cuantitativo basado en las tres dimensiones del desarrollo sostenible, simulando escenarios de políticas dirigidas a su fomento. Metodológicamente, se propone un enfoque dentro de los modelos integrados, permitiendo avanzar en la medición de la bioeconomía y facilitando la formulación de políticas más precisas y la priorización de la agenda política.

A continuación, se detalla la estructura del estudio:

El primer capítulo presenta los antecedentes, abordando la evolución histórica del concepto de bioeconomía, el contexto en Costa Rica y su desarrollo en el ámbito de la ciencia económica, tanto desde una perspectiva teórica como metodológica. Asimismo, se exponen la justificación y el planteamiento del problema, destacando la importancia del estudio, su relevancia para la ciencia económica y su pertinencia para actores específicos. Finalmente, este capítulo presenta la pregunta de investigación, que se responderá a lo largo del estudio, y los objetivos, que servirán como guía para su desarrollo.

El segundo capítulo establece la base teórica que sustenta la investigación. En este sentido, se exploran las interacciones entre la economía, la sociedad y el ambiente desde diferentes enfoques, consolidando el vínculo entre bioeconomía y desarrollo sostenible. Además, se analiza el papel de la política fiscal en la consecución de logros ambientales y cómo su aplicación en la promoción de la bioeconomía, a través de medidas expansivas, podría generar dividendos verdes y azules. Finalmente, se presentan los fundamentos de la teoría del equilibrio general, los cuales sirven de base para la formulación del modelo utilizado en este estudio.

El tercer capítulo describe el marco metodológico, detallando el enfoque, el tipo y el universo de la investigación. Asimismo, se presenta la matriz metodológica y el cronograma, los cuales orientan la ejecución del estudio y garantizan una estructura clara y organizada.

El cuarto capítulo se dedica a la caracterización integral de la bioeconomía en Costa Rica, abordando su institucionalidad formal y particularidades económicas como: producción, utilización, valor agregado y empleo, así como aspectos ambientales de oferta y uso de energía con emisiones asociadas.

El capítulo quinto describe la implementación del modelo IEEM, incluyendo las condiciones de cierre y la actualización del año base, los escenarios de política fiscal contruidos a partir de la contextualización y entrevistas a expertos y presenta los resultados cuantitativos obtenidos en términos de impactos económicos, sociales y ambientales derivados de los escenarios simulados.

El capítulo sexto traduce esos hallazgos en recomendaciones de política pública, diferenciando propuestas en el ámbito internacional y las específicas para Costa Rica, en áreas como acreditación bioeconómica, diseño fiscal, simplificación administrativa y financiamiento.

Finalmente, el séptimo expone las conclusiones y aportes clave de la tesis, organizados en tres ejes: la caracterización empírica de la bioeconomía costarricense, los efectos de su impulso mediante política fiscal, y la necesidad de un paquete de políticas integrales para maximizar sus beneficios sostenibles.

Capítulo 1. Generalidades del proyecto de graduación

1.1 Antecedentes

1.1.1 Histórico

En los últimos dos siglos, la humanidad ha experimentado un progreso económico, social y tecnológico sin precedentes. Según Pietzsch (2020), este avance se ha dado en el marco de una economía lineal basada en el uso de recursos fósiles, los cuales han permitido un incremento significativo de la productividad, impulsado principalmente por el desarrollo tecnológico. Sin embargo, este crecimiento socioeconómico ha ocurrido, en gran medida, a expensas de la degradación ambiental (Barañano et al., 2021).

Actualmente, la huella ecológica —demanda que las actividades humanas ejercen sobre los ecosistemas— ha intensificado la pérdida de biodiversidad y ha aumentado la magnitud y frecuencia de eventos climáticos extremos asociados al cambio climático (Freudenberger et al., 2020; Barañano et al., 2021). Por otro lado, la degradación ambiental —deterioro de la calidad del ambiente por agotamiento de recursos naturales, contaminación, entre otros— ha propiciado efectos sociales tales como, hambrunas, aumento de la pobreza y la desigualdad, deterioro de la salud e inestabilidad política (Birner, 2018).

Ante esta problemática, diversos autores han señalado la necesidad de un cambio de paradigma económico que reubique la prosperidad humana dentro de los límites planetarios (Hetemäki et al., 2017; Béfort et al., 2019; Pyka et al., 2022). Según Hetemäki et al. (2017), el año 2015 marcó un punto de inflexión con la adopción de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), así como con la entrada en vigor del Acuerdo de París sobre el Cambio Climático, que establecieron compromisos globales orientados precisamente a materializar esa transformación estructural.

Estos acuerdos representan una hoja de ruta global para transformar el sistema económico y abordar problemáticas sociales y ambientales, garantizando el bienestar intergeneracional. Para alcanzar estos objetivos, es necesario desarrollar nuevos modelos de crecimiento que modernicen las industrias y mercados, optimizando sus patrones de producción y consumo.

En este contexto, los responsables políticos han comenzado a adoptar visiones que transformen la economía actual, reconociendo que las estrategias convencionales basadas en el crecimiento lineal no son sostenibles (Dietz et al., 2018). Entre estas, la bioeconomía se perfila como una herramienta clave para alcanzar objetivos como la neutralidad climática y la sostenibilidad (UE, 2018; D'Amato y Korhonen, 2021).

Para comprender el papel de la bioeconomía en la transformación económica, es fundamental analizar su origen histórico y la evolución de su concepto. En particular, la bioeconomía busca la sustitución de insumos no renovables, como los fósiles, por recursos de origen biológico, promoviendo así un modelo más sostenible.

El análisis histórico revela que la bioeconomía ha sido definida de diversas maneras, lo sostiene que cual, ha generado escepticismo en torno al concepto. Paradójicamente, Bonaiuti, (2018) esta diversidad de enfoques ha fomentado un intercambio fructífero de ideas y conocimientos. A continuación, se presenta un recorrido por la evolución del concepto de bioeconomía a lo largo del tiempo.

Gould et al., (2023) realizaron un análisis bibliométrico del concepto de bioeconomía desde 1918 hasta 2021, proporcionando un panorama detallado de la evolución. Según esta revisión, la bioeconomía surge en la década de 1970 con los trabajos de Nicholas Georgescu-Roegen (1975, 1977), quien argumentó que la economía debía operar dentro de los límites planetarios, ya que el crecimiento económico ilimitado no es compatible con las leyes de la naturaleza. Su planteamiento es relevante porque presenta la bioeconomía como un enfoque opuesto a la teoría neoclásica, enfatizando que la economía debe respetar los límites biofísicos en lugar de centrarse exclusivamente en la maximización de funciones de utilidad y beneficio.

En 1993 la Unión Europea (UE) publicó el documento "*Empleo de competitividad de crecimiento: los desafíos y el camino a seguir del siglo XXI*", donde destacó el rol de la biotecnología sobre la innovación y el crecimiento. Posteriormente, Enríquez (1998) planteó que los avances en genómica podrían reestructurar las empresas e industrias, transformando la economía global. Aunque ni la UE (1993) ni Enríquez (1998) mencionaron explícitamente el término bioeconomía, sus ideas sentaron las bases para su desarrollo conceptual (Bonaiuti, 2018).

En el año 2000, la UE definió su estrategia para consolidarse como una economía basada en el conocimiento (*Knowledge-Based Economy*) y orientada hacia un crecimiento sostenible. En 2005, amplió este enfoque mediante la introducción del concepto de bioeconomía basada en el conocimiento (*Knowledge-Based Bioeconomy*), destacando el uso de la biotecnología para transformar las ciencias de la vida en productos más sostenibles y competitivos. Posteriormente, en 2007 la UE recopiló los resultados de talleres sobre bioeconomía en áreas como alimentación, biomateriales, bioenergía, biomedicina y biotecnología emergente. Este documento estructuró la bioeconomía en dos dimensiones clave:

- (i) el papel de la biotecnología en el crecimiento económico sostenible y
- (ii) el uso de biomasa como insumo en biocombustibles (Gould et al., 2023).

En 2009 y 2012, la OCDE y la UE, respectivamente, publicaron documentos en los que enmarcaron explícitamente la bioeconomía como una estrategia prioritaria para el desarrollo sostenible (Birner, 2018). Mientras que la OCDE (2012) destacaba un modelo de crecimiento impulsado por la biotecnología, la UE amplió la visión al incluir la gestión de recursos renovables, la economía circular y la bioenergía.

En 2018 la UE actualizó su agenda con la publicación “*Una Bioeconomía sostenible para Europa: fortalecer la conexión entre la economía, la sociedad y el medio ambiente*” (UE, 2018). En este documento la UE identifica la bioeconomía en tres dimensiones: (i) biotecnología basada en ciencia, (ii) basada en biorecursos o biomasa, (iii) bioecología o límites de la biosfera.

Además, esta estrategia alineó la bioeconomía con los ODS, el Acuerdo de París y la economía circular, dando origen al concepto de bioeconomía circular. En este modelo, se enfatiza no solo el uso de insumos renovables, sino también la circularidad en los procesos productivos para garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales (Mougenot y Doussoulin, 2022).

Con el tiempo, la bioeconomía ha evolucionado de ser un simple enfoque ecológico para convertirse en un componente clave de las políticas económicas y ambientales. Inicialmente concebida para responder a la crisis ambiental, más tarde adquirió una dimensión política importante gracias a su potencial para enfrentar los retos del desarrollo sostenible (Gould et al., 2023). No obstante, la profusión de definiciones y enfoques ha generado cierto escepticismo: mientras Bonaiuti (2018) destaca que esta diversidad ha enriquecido el intercambio de ideas, también advierte que la falta de un marco conceptual unificado dificulta la comparación entre estudios y la elaboración de estrategias coherentes. Este señalamiento de Bonaiuti evidencia la necesidad de precisar definiciones y delimitar alcances, lo cual justifica que este proyecto adopte una definición concreta de bioeconomía, la adoptada por la Cumbre Mundial de Bioeconomía en 2018.

1.1.2 Contextual

Dado el potencial de la bioeconomía, diversas estrategias de política e investigación han surgido con el objetivo de impulsarla. Los documentos analizados identifican dos factores clave que han contribuido al creciente interés por la bioeconomía: (i) los avances en las ciencias biológicas y (ii) la formulación de políticas para la mitigación del cambio climático (Díaz et al., 2019; Vogelpohl y Töller, 2021). Sin embargo, tanto Díaz et al. (2019) como Vogelpohl y Töller (2021) ofrecen mayoritariamente un diagnóstico general sobre estos factores, sin profundizar en las diferencias de capacidad institucional o de innovación tecnológica entre países. Así, su énfasis en la “tendencia global” deja de lado las asimetrías concretas de naciones con menor desarrollo científico-tecnológico, lo que

limita la aplicabilidad de sus conclusiones para economías emergentes como la de Costa Rica.

Como resultado de esos dos factores, más de 50 países han diseñado Estrategias Nacionales de Bioeconomía, estableciendo una hoja de ruta alineada con principios bioeconómicos (Gould et al., 2023). No obstante, Gould et al. (2023) se centran en un recuento descriptivo de cuántas estrategias existen y en qué fase de elaboración se encuentran, pero apenas discuten en qué medida esas hojas de ruta han logrado traducir metas generales en indicadores cuantitativos de desempeño. En consecuencia, carecen de un análisis crítico sobre el grado de implementación real de dichas estrategias, especialmente en términos de inversión pública o ajuste regulatorio, limitando la posibilidad de inferir lecciones concretas para Costa Rica.

Es importante destacar que el concepto de bioeconomía no es uniforme en todas las estrategias promovidas por estos países. Según diversos documentos, la falta de estandarización responde a las diferencias en las condiciones de cada nación, incluyendo la disponibilidad de recursos biológicos, la especialización económica y los desafíos específicos para su integración en el desarrollo productivo (Rodríguez et al., 2019; Kirchner et al., 2022; Segura et al., 2023). Sin embargo, ninguno de estos trabajos proporciona una metodología comparable que permita evaluar, de manera uniforme, las brechas entre estrategias. Por ejemplo, Rodríguez et al. (2019) describen criterios de selección de bioproductos en Europa, pero no explican cómo esos criterios se ajustarían a la heterogeneidad de recursos en América Latina. Del mismo modo, Kirchner et al. (2022) y Segura et al. (2023) aportan marcos interpretativos amplios, pero omiten contrastar sus propuestas con datos empíricos sobre resultados concretos de políticas. Esa carencia de análisis comparativo de impacto dificulta establecer patrones claros que sirvan de referencia para diseñar o evaluar la Estrategia Nacional de Bioeconomía de Costa Rica (ENB).

Este hallazgo es relevante para Costa Rica, donde la Estrategia Nacional de Bioeconomía (ENB) se ha diseñado considerando las particularidades del país. En concreto, la ENB tiene como visión consolidar un modelo de producción sostenible de alto valor agregado en todas las regiones, basado en el uso equitativo de la biodiversidad. Además, sus principios incluyen la inclusión social, el desarrollo territorial balanceado, la agregación de valor, la diversificación, la sofisticación productiva y la generación de empleos verdes de calidad. Asimismo, busca promover el desarrollo sostenible y la acción climática (Gobierno de Costa Rica, 2020). No obstante, aunque la ENB presenta una lista extensa de principios y metas, adolece de indicadores claros para medir avances en esos ejes de valor agregado y sofisticación productiva. Por ejemplo, no se especifica cómo se comparará la “inclusión social” ni qué indicadores de “empleos verdes de calidad” serán monitoreados. Al mantener definiciones amplias sin métricas precisas,

la ENB corre el riesgo de convertirse en un documento retórico más que en una guía operativa con metas verificables.

A pesar de que la ENB enmarca ejes estratégicos y objetivos ambiciosos, se han identificado dos debilidades principales a efectos del presente estudio. En primer lugar, la estrategia no establece un análisis ex-ante sobre las repercusiones de su implementación. Se asume que la bioeconomía generará beneficios, pero no se proporciona una evaluación cuantitativa sobre su viabilidad ni sobre su impacto en el desarrollo sostenible. Esta omisión es particularmente grave si se considera que, en otros países, las evaluaciones ex-ante han revelado costos de ajuste en ciertos subsectores agrícolas y forestales, datos que la ENB no incorpora ni discute.

En segundo lugar, la estrategia menciona la creación de un mercado doméstico de bioinsumos y biorremediadores mediante incentivos, regulaciones y certificaciones. Sin embargo, no se especifica cómo se clasifican estos bioproductos ni se propone un diseño claro de incentivos. Además, aunque se plantea fomentar la producción de alto valor agregado basada en innovación y diferenciación, no se establecen los criterios para definir esta categoría. En consecuencia, la ENB no traduce su visión y objetivos en un esquema operativo ni cuantificable, lo que impide evaluar de manera tangible su impacto en el desarrollo sostenible. Esta falta de concreción contrasta con experiencias de países como Alemania o Finlandia, donde los incentivos a la biotecnología se acompañan de catálogos precisos de productos elegibles y de estudios de costo-beneficio que no aparecen en la ENB.

En este contexto, destaca un avance significativo en la medición de la bioeconomía: la elaboración de la Cuenta Satélite de Bioeconomía para Costa Rica (CSB) del año 2018. Este estudio, desarrollado por la División de Recursos Naturales de la CEPAL, en colaboración con el Área de Estadísticas Ambientales del Banco Central de Costa Rica (BCCR), se enmarca en el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) y busca ofrecer una aproximación metodológica y aplicada para medir la contribución económica de la bioeconomía.

Este esfuerzo aborda uno de los principales desafíos de la bioeconomía: la falta de estandarización en la clasificación de actividades y productos bioeconómicos. Trabajos previos (Wessler y Von Braun, 2017; Bracco et al., 2018; Loizou et al., 2019; Wen et al., 2019) han señalado que la diversidad de sectores y subsectores que conforman la bioeconomía dificulta su identificación, principalmente por la ausencia de manuales internacionales estandarizados.

La propuesta metodológica aplicada en Costa Rica aborda esta problemática mediante la reclasificación de actividades y productos dentro de los cuadros de oferta y utilización (COU) en tres categorías: (i) actividades y productos característicos de la bioeconomía, (ii) característicos extendidos y (iii) no característicos (Vargas et al., 2022). Esta

clasificación se basa en la definición de bioeconomía de la Cumbre Mundial de Bioeconomía y la ENB.

Los resultados obtenidos revelan que la bioeconomía (actividades características y extendidas) tiene un peso significativo en la actividad económica del país. Es decir, representa aproximadamente el 15% del valor agregado y genera alrededor del 16% del empleo. Además, muestra un importante dinamismo en sus encadenamientos productivos. Los multiplicadores de demanda indican que las actividades características de la bioeconomía presentan un coeficiente de 1.64, en comparación con 1.32 para las actividades no bioeconómicas, a saber, generan un mayor ingreso en toda la economía ante cambios en la demanda final. Asimismo, los productos bioeconómicos tienen una tasa impositiva implícita mayor en promedio que otros productos, un aspecto clave al considerar los incentivos económicos planteados en la ENB.

A pesar de su relevancia, la metodología utilizada en este ejercicio presenta limitaciones. Un desafío fundamental es la sub o sobreestimación del aporte real de la bioeconomía a la economía en general, principalmente por la gran variedad de productos que pueden ofrecer las actividades económicas, y la falta de categorías de clasificación más oportunas. En particular, los avances en ciencias biológicas han dado lugar a cadenas de valor innovadoras que aún no están plenamente reflejadas en las cuentas nacionales.

A pesar de estas limitaciones prácticas, tanto a nivel global como en Costa Rica, estos esfuerzos metodológicos en la estimación de la contribución de la bioeconomía a la economía general son las fuentes utilizadas para su promoción. Con lo cual se debe obtener evidencia de su avance, tal y como se está midiendo.

1.1.3 Teórico y metodológico

Dado los beneficios económicos, ambientales y sociales que la bioeconomía podría aportar, y considerando el enfoque económico de este estudio, es fundamental abordar las publicaciones teóricas y metodológicas dentro del ámbito de la ciencia económica. En particular, se examinan los enfoques metodológicos utilizados para evaluar cuantitativamente el progreso y la transición hacia la bioeconomía, así como las herramientas económicas que pueden incentivarla.

La literatura presenta diversos enfoques de modelización para analizar las oportunidades y desafíos asociados a la transición hacia la bioeconomía. Pyka et al. (2022a) analizan los avances y metodologías emergentes en la modelización de la bioeconomía, enfocándose en la incorporación de factores clave como: (i) el cambio climático, (ii) la biodiversidad, (iii) el uso circular de la biomasa, (iv) el consumo intermedio de productos bioeconómicos y (v) la innovación y el cambio tecnológico.

La modelización de la bioeconomía se ha desarrollado principalmente desde una perspectiva económica, utilizando modelos de equilibrio parcial, biofísicos, de equilibrio

general, de evaluación integrada y modelos basados en agentes (Pyka et al., 2022a). Estos autores destacan que estos modelos son herramientas valiosas para comprender la complejidad de la bioeconomía y capturar procesos clave como los cambios sociales y tecnológicos que influyen en la estructura económica y en las preferencias de los consumidores. Para ello, enfatizan la necesidad de modelos integrados que permitan evaluar dinámicas complejas con horizontes de largo plazo.

Más recientemente, Heck et al. (2024) exploraron la intersección entre la modelización de la bioeconomía y las simulaciones, utilizando un enfoque mixto que combina análisis bibliométrico y revisión sistemática de la literatura. Implementaron cadenas de búsqueda con términos como bioeconomía, modelización o simulación de la bioeconomía y modelado de simulación basada en agentes. Sus hallazgos revelan que la mayoría de los estudios de modelización de la bioeconomía se basan en modelos de optimización estratégica, clasificados en tres paradigmas: (i) dinámica de sistemas, (ii) simulación de eventos discretos y (iii) modelos basados en agentes. Dentro de estos, la dinámica de sistemas es el enfoque metodológico empleado en el presente estudio. Aunque Heck et al. (2024) ofrecen un panorama actualizado de las metodologías, su análisis queda limitado a la bibliografía anglosajona y no profundiza en trabajos publicados en español ni en América Latina; de este modo, pierde de vista experiencias locales que podrían ser relevantes para ajustar modelos a contextos con niveles de desarrollo institucional y tecnológico distintos.

El análisis de Pyka et al. (2022a) y Heck et al. (2024) proporciona una visión integral de las metodologías aplicadas recientemente. Si bien diversos enfoques han sido utilizados para analizar los efectos de la bioeconomía en el desarrollo sostenible, la mayoría de los estudios se centran en impactos económicos, dejando en segundo plano el análisis conjunto de las tres dimensiones del desarrollo. Esta predominancia del componente económico, sin una integración cuantitativa consistente de variables ambientales y sociales, limita la capacidad de estos modelos para ofrecer recomendaciones de política fiscal que consideren trade-offs o sinergias entre dichos ámbitos.

Desde el paradigma de la dinámica de sistemas, algunos estudios evalúan los efectos económicos multisectoriales de la bioeconomía a través de sus encadenamientos productivos y sus implicaciones ambientales (Ferreira et al., 2021). Este tipo de estudios se basa en el uso de matrices insumo-producto (MIP) y la construcción de Matrices de Contabilidad Social (MCS) (Loizou et al., 2019; Wen et al., 2019). Sin embargo, en Costa Rica solo se ha identificado una aplicación empírica: Vargas (2022), quien estimó multiplicadores de ingreso, uso energético y empleo para las actividades características de la bioeconomía a partir de una MIP. Aunque el trabajo de Vargas (2022) rompe el vacío empírico nacional, se enfoca únicamente en multiplicadores estáticos y no incorpora dinámicas ni efectos ambientales explícitos, lo que reduce su utilidad para evaluar políticas fiscales diseñadas para incentivar la transición sostenible.

Por otro lado, los modelos de equilibrio general computable (MEGC) han sido ampliamente utilizados para evaluar los efectos sectoriales de políticas ambientales. Haddad et al. (2017) analizaron el impacto del uso de insumos intermedios del sector forestal en la producción, precios y demanda final en la economía de la UE mediante un MEGC extendido que incorpora tipos heterogéneos de uso del suelo en su base de datos (GTAP-AEZ), basado en datos de la versión 9 de la base de datos GTAP, y realizaron un análisis de sensibilidad de un incremento del 1 % en la demanda de insumos forestales. Sus resultados mostraron que la producción forestal mundial aumentaría un 0,18 %, mientras que las emisiones globales de CO₂ se reducirían en 17,52 Tg. No obstante, su estudio se centró en un único sector, sin considerar posibles sinergias y compensaciones con otros usos de la tierra, lo que limita la validez de sus conclusiones al extrapolarse a escenarios de política más amplios.

Asimismo, George et al. (2018) utilizaron la Herramienta Modular de Equilibrio General Agrícola (MAGNET por sus siglas en inglés), basada en GTAP, para analizar políticas de bioenergía, la Política Agrícola Común y políticas comerciales en la UE. Los resultados obtenidos para el período 2011-2030, evidenciaron efectos positivos en el empleo de los sectores bioeconómicos y sinergias con los ODS, en áreas como energía, competitividad, empleo, crecimiento económico, ingresos y uso del suelo. Sin embargo, el estudio no analizó políticas diseñadas específicamente para incentivar la bioeconomía, es decir, estos resultados no necesariamente podrían tomarse para el caso costarricense.

Miceikienė et al. (2022) resaltaron que la promoción de métodos de producción ambientalmente sostenibles es clave para el desarrollo sostenible. Su estudio en Georgia y Lituania analizó el rol de los impuestos ambientales en la bioeconomía, concluyendo que estos pueden contribuir a sus objetivos al desincentivar actividades contaminantes. De manera similar, la OCDE (2023) enfatizó que los impuestos ambientales pueden reducir daños ambientales a un menor costo, incentivando la inversión en tecnologías limpias y cambios en patrones de consumo. Aunque ambos estudios subrayan la importancia de instrumentos fiscales, su análisis se limita a economías europeas con características institucionales y de mercado diferentes a las de Costa Rica, por lo que la transferencia directa de resultados podría resultar inapropiada sin adaptaciones específicas.

Sin embargo, los resultados de los autores están estrechamente vinculados con la hipótesis del doble dividendo, según la cual un impuesto ambiental puede generar (i) beneficios ambientales al reducir externalidades negativas (dividendo verde) y (ii) beneficios económicos al reciclar sus ingresos para reducir otros impuestos distorsionantes (dividendo azul) (Liu y Ge, 2023). Estudios como Li et al. (2021) han evaluado este doble efecto mediante un MEGC con sectores de tratamiento de contaminación desagregados, este estudio muestra sinergias y compensaciones entre

ambos dividendos, enfatizando que los resultados se deben al diseño de la política, por ende, se deben realizar mediante un marco integral.

Ante la falta de propuestas concretas de uso de herramientas económicas en la Estrategia Nacional de Bioeconomía de Costa Rica (ENB) que propicien el desarrollo de la bioeconomía en el país, estudios como el de Miceikienė et al. (2022) y Liu y Ge, (2023). justifican el uso de la política fiscal como herramienta para incentivar la bioeconomía. Sin embargo, la modelización mediante MEGC requiere extensiones más robustas para capturar no solo impactos económicos, sino también ambientales y sociales.

Angenendt et al. (2018), Jendrzewski (2020) y Pyka et al. (2022) enfatizan la necesidad de modelos que integren las interacciones entre actividades humanas y procesos ambientales, considerando el uso de energía, emisiones de efecto invernadero (GEI), cambios en la temperatura y uso del suelo. En este sentido, autores como Jendrzewski (2020) proponen la integración del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE) para incluir el capital natural en los MEGC, ampliando su capacidad analítica.

Un enfoque destacado en la literatura es el Modelado Económico Ambiental Integrado (IEEM), desarrollado por Banerjee et al. (2016). Este modelo permite analizar la relación bidireccional entre economía y medio ambiente, abordando efectos intersectoriales y repercusiones sociales y ambientales.

Un ejemplo de su aplicación que resulta relevante para este estudio, por la incorporación directa de la relación con el desarrollo sostenible es Banerjee et al. (2017), donde se evalúan estrategias para alcanzar los ODS 2 (Hambre Cero) y 6 (Agua y Saneamiento) en Guatemala. Los resultados muestran cómo políticas que mejoran aspectos económicos y sociales pueden generar impactos negativos en el medio ambiente, y viceversa, es decir, se producen compensaciones entre ellas. Esto resalta la necesidad de diseñar políticas con una visión integral del desarrollo sostenible.

Dado lo anterior, este estudio busca contribuir a la bioeconomía desde un enfoque integrado del desarrollo sostenible, considerando sus efectos económicos, ambientales y sociales. A continuación, se presentan la justificación y el planteamiento del problema.

1.2 Justificación y planteamiento del problema

El actual paradigma económico ha permitido un gran progreso socioeconómico y tecnológico, pero a costa de una degradación ambiental, que bien se sabe trae consigo problemáticas como: (i) hambrunas, (ii) pobreza, (iii) guerras, (iv) abusos de los derechos humanos, (v) inestabilidad política y (vi) deterioro de la salud humana (Barañano et al., 2021).

Este tipo de problemáticas le plantean un desafío a la disciplina económica, que tiende a evaluarlas en términos monetarios, dejando de lado sus impactos no cuantificables o

difíciles de valorar debido a su carácter incierto, futuro o irreversible (Martínez y Roca, 2015). Esta perspectiva ha llevado a una desconexión entre las dimensiones económica, social y ambiental, lo que sigue reforzando los problemas actuales y plantea la necesidad de un cambio de paradigma (Hetemäki et al., 2017).

En este contexto, la Agenda 2020-2030 surge como un esfuerzo global para reformular el sistema económico hacia un modelo sostenible, inclusivo y con visión de largo plazo (ONU, 2015). Como parte de este cambio, el concepto de desarrollo sostenible busca equilibrar tres objetivos fundamentales: la sostenibilidad ambiental, el crecimiento económico y la equidad social (Valenciano y Fonseca, 2019).

La bioeconomía ha sido identificada como un pilar clave dentro de este nuevo enfoque, promovida en diversas estrategias políticas, particularmente en Europa, donde su potencial para alcanzar la neutralidad climática y la sostenibilidad ha sido ampliamente debatido (D'Amato y Korhonen, 2021). En el caso de Costa Rica, este enfoque se materializa en la Estrategia Nacional de Bioeconomía (ENB), adoptada en 2020. La ENB establece como principios claves: (i) la inclusión social, (ii) la agregación de valor y (iii) el desarrollo sostenible y la acción climática. Además, reconoce a la bioeconomía como un motor para la descarbonización y transformación productiva basada en el conocimiento, proponiendo el uso de incentivos económicos y no económicos para su implementación (Gobierno de Costa Rica, 2020).

Sin embargo, a pesar de su enfoque prometedor, la ENB no traduce sus objetivos en un esquema operativo concreto. No se presentan mecanismos específicos para medir la contribución real de la bioeconomía al desarrollo sostenible ni se establecen criterios claros para evaluar el impacto de los incentivos económicos propuestos. En este sentido, Kirchner et al. (2022) destacan la importancia de considerar la "línea base" de cada país al evaluar la viabilidad de una transición bioeconómica.

Ante esta incertidumbre, surge la necesidad de abordar cuales serían las repercusiones de una transición hacia la bioeconomía en el desarrollo sostenible y si los incentivos de política fiscal aplicados a la bioeconomía generan los efectos esperados en términos del dividendo verde y azul

Desde una perspectiva metodológica, este estudio es innovador al analizar los efectos económicos multisectoriales de la bioeconomía, considerando sus implicaciones sociales y ambientales a través de encadenamientos productivos. A diferencia de enfoques generales en modelos integrados, este análisis profundiza en la medición específica de la bioeconomía y su impacto en las tres dimensiones del desarrollo sostenible.

Además, se aprovecha la CSB, una herramienta pionera en la región para la medición económica de la bioeconomía, que se utiliza como insumo para la aplicación de un MEGC con integración de aspectos ambientales y sociales, como lo es IEEM. A través

de escenarios contrafactuales, se busca cuantificar las repercusiones de la bioeconomía sobre el desarrollo sostenible y a la vez generar insumos para la formulación de recomendaciones de lineamientos o acciones que permitan diseñar políticas públicas más efectivas.

Finalmente, el presente estudio ofrece una contribución metodológica al realizar una sinergia entre una cuenta satélite, en este caso la CSB, y modelos de equilibrio general que incluyen aspectos ambientales y sociales. También hay un aporte teórico al brindar evidencia empírica sobre los enunciados que respaldan la promoción de la bioeconomía como catalizador del desarrollo sostenible haciendo una valoración teórica implícitamente, añadiendo además un ejercicio para el diseño de lineamiento de incentivos fiscales, todo lo anterior para Costa Rica. Esto cobra especial relevancia en un contexto donde la formulación de políticas económicas debe orientarse hacia un desarrollo sostenible integral. La vinculación con la literatura previa refuerza la hipótesis de que los incentivos fiscales bien diseñados pueden modificar patrones de consumo y producción, contribuyendo a la transición hacia un modelo bioeconómico sostenible, en línea con los objetivos de la Agenda 2020-2030.

En resumen, este estudio al analizar las repercusiones económicas, ambientales y sociales de la aplicación de incentivos fiscales a la bioeconomía tiene como fin generar lineamientos de política pública que permitan consolidar la materialización del desarrollo sostenible en Costa Rica.

1.2.1 Relevancia de la investigación

La economía se define como "la ciencia que se ocupa de la manera en que se administran los recursos que son escasos, con objeto de producir bienes y servicios y distribuirlos para su consumo entre los miembros de una sociedad" (González et al., 2009, p. 5). Dentro de este marco, sus preguntas fundamentales (i) ¿qué producir?, (ii) ¿cómo producir? y (iii) ¿para quién producir?, han sido abordadas históricamente desde un paradigma que, aunque ha impulsado el crecimiento económico, también ha generado desigualdad, degradación ambiental y conflictos intergeneracionales.

Actualmente, la forma en que se administran los recursos escasos no garantiza una distribución equitativa ni sostenible. La pregunta "¿para quién se produce?" no responde a las necesidades de toda la generación actual ni considera a las futuras, generando una distribución subóptima de la riqueza y los beneficios económicos. De igual manera, "¿qué y cómo se produce?" sigue estando dominado por un esquema de producción que no prioriza la sostenibilidad ni la eficiencia en el uso de los recursos naturales.

Dado que la ciencia económica busca soluciones para maximizar el bienestar social bajo restricciones de recursos, su objetivo principal en la actualidad es diseñar estrategias que permitan transitar hacia un modelo de desarrollo sostenible (Pietzsch y Schurr,

2020). En este contexto, la bioeconomía ha emergido como una alternativa viable, y en Costa Rica, su impulso se materializa a través de la ENB. Esta estrategia se propone contribuir al logro de múltiples ODS, incluyendo el ODS 2 (Hambre Cero), ODS 7 (Energía Asequible y No Contaminante), ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico), ODS 12 (Producción y Consumo Responsables), ODS 13 (Acción por el Clima) y ODS 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres), entre otros.

Sin embargo, aunque la bioeconomía ha sido ampliamente promovida como un mecanismo clave para el desarrollo sostenible, su efectividad aún no ha sido respaldada por estudios empíricos cuantitativos que validen su impacto real. Por ello, este estudio cobra relevancia al evaluar de manera objetiva las repercusiones de una transición bioeconómica sobre el desarrollo sostenible, utilizando modelos de análisis rigurosos.

Además, las políticas fiscales tradicionales han demostrado ser insuficientes para abordar las fallas del modelo productivo predominante, por lo que es necesario explorar estrategias complementarias. En este sentido, este estudio propone un enfoque innovador basado en incentivos fiscales dirigidos a la bioeconomía, con el fin de generar tanto el dividendo verde como el dividendo azul, logrando así un impacto positivo en la sostenibilidad del país.

Desde el punto de vista económico, la investigación es crucial para Costa Rica, un país que ha alineado su estrategia de desarrollo con una transición verde de largo plazo. En este contexto, este estudio propone recomendaciones de lineamientos de políticas públicas más efectivas, ayudando a mitigar los impactos negativos del modelo económico actual y optimizar la asignación de recursos en un marco de desarrollo sostenible.

1.2.2 Pertinencia de la investigación

Tal y como se ha constatado en el apartado de antecedentes, actualmente Costa Rica carece de un análisis cuantitativo robusto que permita evaluar con precisión el impacto de una transición hacia la bioeconomía sobre el desarrollo sostenible. Esta ausencia de evidencia empírica representa un obstáculo para la implementación de políticas efectivas, ya que, sin datos concretos, la toma de decisiones se basa más en supuestos que en realidades verificables.

Este estudio busca llenar ese vacío, proporcionando un marco analítico que permita medir de manera objetiva el potencial de la bioeconomía para contribuir al desarrollo sostenible del país. De esta manera, los hallazgos podrán servir como base para diseñar estrategias más efectivas, facilitando una implementación más estructurada de la ENB y permitiendo que las decisiones sobre incentivos bioeconómicos se fundamenten en análisis cuantitativos sólidos.

Desde un enfoque de política pública, Angenendt et al. (2018), Jendrzewski (2020) y Pyka et al. (2022) destacan la necesidad de herramientas analíticas que ayuden a los tomadores de decisiones a abordar la incertidumbre y complejidad de una transición hacia la bioeconomía. Este estudio responde a ese llamado al proporcionar información clave para los gestores de la ENB, así como para diseñadores de políticas ambientales y económicas.

Además, la investigación no solo tiene relevancia para los hacedores de política, sino también para la comunidad académica y el sector privado, ya que aporta un análisis innovador de la bioeconomía en Costa Rica basado en MEGC con integración de impactos ambientales y sociales. Este nivel de análisis es fundamental para comprender las dinámicas económicas multisectoriales y su impacto en el desarrollo sostenible.

Finalmente, la pertinencia del estudio se extiende a la sociedad costarricense en su conjunto. En un país que históricamente ha apostado por un desarrollo sostenible, es crucial contar con herramientas que permitan evaluar con precisión qué políticas pueden generar un mayor impacto positivo en el bienestar social y ambiental, consolidando a la bioeconomía como un eje estratégico dentro de la agenda nacional.

1.2.3 Relación con el desarrollo

En la consecución de la neutralidad climática, la sostenibilidad ambiental, económica y social la bioeconomía desempeña un papel importante, siendo que la literatura ha analizado los vínculos explícitos de las estrategias de bioeconomía con los ODS, reforzando las interacciones entre sí de estos. Los resultados demuestran que el vínculo entre la sinergia y las compensaciones de la bioeconomía con los ODS varía según los objetivos específicos de cada país. (Ronzon & Sanjuán, 2020; Pietzsch & Schurr, 2020; Calicioglu & Bogdanski, 2021), y no solo de los objetivos, sino también de las dotaciones en recursos, tecnológicos y sociales, etc. Es decir, de la línea base de cada país según la cual la bioeconomía se diferencia en cada locación Kirchner et al., (2022).

La connotación actual de la bioeconomía, a partir de la actualización de la agenda de la UE (2018), considera la interconexión entre la economía, la sociedad y el ambiente; en donde cada uno de estos componentes tiene la misma preponderancia. Específicamente, en la agenda se enfatiza: (i) la ampliación de los sectores de base biológica; (ii) la comprensión de los límites ecológicos de la bioeconomía; (iii) el desarrollo de la bioeconomía como una forma de distribuir mejor los beneficios del desarrollo, además se integran los servicios ecosistémicos explícitamente (UE, 2018).

No solo en las agendas internacionales puede encontrarse esta tónica, sino que también, mediante sus objetivos, ejes transversales estratégicos y sus principios, la ENB integra metas con el propósito de consolidar la bioeconomía como catalizador de un cambio de paradigma, que aspira a conseguir la descarbonización fósil y el desarrollo sostenible de

Costa Rica. Alineándose explícitamente lo anterior con los objetivos transversales y específicos de la Agenda 2020-2030 (Gobierno de Costa Rica 2020).

En este sentido la implementación en Costa Rica de una política fiscal alineada con la ENB que promueva el avance de la bioeconomía podría relacionarse con el cumplimiento de los ODS en el país. Ronzon y Sanjuán (2020) identifican que la bioeconomía contribuye a 53 metas, distribuidas en 12 ODS. Las principales sinergias que encuentran son: (i) los sectores de base biológica se relacionan positivamente con los ODS 2,8,9; (ii) el uso y reciclaje de recursos naturales con los ODS 6,11,12; (iii) el medio ambiente biofísico (ODS 14,15); (iv) producción de bioenergía (ODS 7); acción climática (ODS 13, 17, 4). Por lo tanto, las acciones que fortalecen el desarrollo de la bioeconomía como potencial contribuyente del desarrollo sostenible pueden ser fuerzas impulsadoras clave para la consecución de múltiples ODS.

El aporte que desde este estudio se pretende realizar al ofrecer un análisis las repercusiones que podría tener la transición hacia la bioeconomía sobre el desarrollo sostenible en Costa Rica, se alinea con los esfuerzos a la consecución de las metas establecidas en la Agenda 2020-2030 y por ende con el desarrollo.

1.2.4 Delimitación espacio temporal

Este documento realiza un análisis longitudinal, partiendo de un escenario base, con la estructura económica de Costa Rica a través de la MCS 2018, siendo esta el principal insumo de IEEM. Sin embargo, los distintos módulos de IEEM permiten actualizar tasas de crecimiento de variables clave para actualizar la estructura económica del país en el proceso de calibración.¹ Esta actualización de variables clave se realiza con los datos observados hasta el 2024. Es decir, los datos obtenidos en la simulación corresponden al periodo 2025-2050.

1.2.5 Pregunta y sub-preguntas de investigación

- ¿Cómo repercute una transición hacia la bioeconomía al desarrollo sostenible en Costa Rica del 2025-2050?
 - ¿Cuáles iniciativas formales y políticas existen en Costa Rica para caracterizar y promover la bioeconomía?
 - ¿Cuáles son las repercusiones sociales, económicos y ambientales de una transición hacia la Bioeconomía en Costa Rica?
 - ¿Cuáles acciones de política pública podrían incentivar el desarrollo de actividades bioeconómicas en Costa Rica?

¹ En el capítulo 5 se detallan las variables actualizadas.

1.3 Objetivo General

Analizar a partir de escenarios de política fiscal expansiva, las repercusiones sobre el desarrollo sostenible de una transición hacia la bioeconomía en Costa Rica, aplicando el modelo IEEM-CRI, para la elaboración de recomendaciones de lineamientos de política pública.

1.3.1 Objetivos específicos

- I. Caracterizar la bioeconomía en Costa Rica para la contextualización de la línea base y la definición de los escenarios de política.
- II. Estimar los efectos sociales, ambientales y económicos a partir de diferentes escenarios de política fiscal de una transición hacia la bioeconomía, utilizando el modelo de equilibrio general aplicado IEEM-CRI.
- III. Proponer recomendaciones de lineamientos de política pública que propicien el desarrollo sostenible en Costa Rica basados en la bioeconomía.

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1 Abordajes teóricos previos a la Bioeconomía

La problemática de investigación, que involucra la bioeconomía y su impacto en el desarrollo sostenible, se enmarca en la interacción entre las dimensiones económica, social y ambiental. Desde la ciencia económica, estas interacciones han sido abordadas desde diferentes enfoques teóricos, partiendo de los modelos más simplificados hasta aquellos que integran múltiples variables y dinámicas.

El enfoque clásico de la economía representa la interacción entre estas dimensiones mediante una función de producción del tipo:

$$Q = F(K, L, N, \dots)$$

Donde, “K” es el capital, “L” las horas de trabajo y “N” el capital natural necesarios para una producción “Q”. Esta formulación matemática considera factores productivos interrelacionados bajo principios como la productividad marginal, la tasa técnica de sustitución y los rendimientos de escala (Nicholson, 2008). Sin embargo, este modelo omite aspectos clave del desarrollo sostenible, ya que no contempla los impactos ambientales ni sociales derivados del proceso productivo.

Uno de los principales problemas derivados de esta omisión es la existencia de externalidades, es decir, efectos no contemplados que afectan a terceros sin que se reflejen en los precios de mercado. La ciencia económica ha identificado las externalidades como un factor determinante en las interacciones entre economía, sociedad y ambiente, reconociendo que su omisión puede generar consecuencias negativas irreversibles (Martínez y Roca, 2015).

Para abordar estos desafíos, surge la economía ambiental, cuyo objetivo principal es internalizar las externalidades y garantizar una asignación eficiente de los recursos naturales. Aguilera & Alcántara (1994) destacan que la economía ambiental tiene dos tareas fundamentales:

- (i) analizar la asignación intergeneracional de recursos escasos, y
- (ii) estudiar los efectos de las externalidades en la sostenibilidad económica.

Este enfoque se basa en los trabajos de Ronald Coase y Arthur Pigou, quienes desarrollaron mecanismos para corregir fallos de mercado asociados a los bienes ambientales. En este sentido, la economía ambiental busca mediante el mecanismo de precios a los bienes y servicios ambientales, permitir que el mercado incorpore costos ambientales en la toma de decisiones económicas (Hartley, 2008).

Si bien la economía ambiental ha permitido incorporar las externalidades dentro del análisis económico, su metodología sigue dependiendo de la valoración monetaria del

capital natural. Esta premisa implica que todos los bienes y servicios ambientales pueden ser compensados económicamente dentro del mercado, sin cuestionar las limitaciones estructurales de este enfoque. Como resultado, la economía ambiental se constituye como una extensión ad hoc de la economía clásica, sin modificar sus principios fundamentales.

Sin embargo, los métodos de valoración ambiental presentan fallas significativas. Técnicas como el análisis costo-beneficio, la disposición a pagar y las tasas de descuento no logran capturar completamente el valor del capital natural. Además, estos enfoques omiten aspectos clave, como los bienes comunes y los efectos intergeneracionales, lo que genera imprecisiones en la cuantificación de externalidades (Aguilera & Alcántara, 1994). Esta limitación demuestra que las interacciones entre economía, sociedad y ambiente no pueden reducirse exclusivamente a términos monetarios.

Frente a estas limitaciones, a finales del siglo XX surge una visión más crítica y holística: la economía ecológica. Este enfoque rechaza la idea de que la economía es un sistema aislado y argumenta que es un sistema abierto que interactúa con las dimensiones social y ambiental (Aguilera & Alcántara, 1994).

Si bien la desconexión entre los procesos productivos y su base natural ya había sido estudiada desde los clásicos como Ricardo y Marx (Naredo, 1987, citado en Aguilera & Alcántara, 1994), la economía ecológica consolida esta perspectiva con un enfoque más estructurado. Autores como Nicholas Georgescu-Roegen, contemporáneo de Milton Friedman, y más recientemente Joan Martínez Alier, han cimentado la teoría que hoy conocemos como economía ecológica, destacando la irreversibilidad de los procesos económicos y la necesidad de transitar hacia modelos sostenibles.

Una de las singularidades de este enfoque es su fundamentación teórica, asentada en los corolarios de la termodinámica, basándose principalmente en sus primeras dos leyes: (i) no hay pérdida ni ganancia de materia o energía, solo transformación de esta y (ii) todo sistema tiende a la entropía.

Contenidas ahora las interacciones entre cada dimensión bajo estas leyes de la termodinámica, se deben de reinterpretar conceptos como las externalidades, siendo que desde este enfoque dejan su papel como elemento exógeno y pasan a jugar uno intrínseco a las interacciones del sistema, según la primera ley de la termodinámica, diferencia elemental con respecto de la economía ambiental (Aguilera y Alcántara, 1994)

La externalidad se definió anteriormente cómo las consecuencias negativas no contempladas que afectan a un agente raíz del accionar de otro, este concepto se ve ilustrado a la perfección en la situación generada entre la degradación ambiental y el paradigma económico predominante, ya que el avance de este paradigma ha sido a

expensas de una constante degradación ambiental (Barañano et al., 2021), dejando en evidencia "...la íntima e indisoluble relación que existe entre actividad económica en sentido amplio y deterioro ambiental" (Cortés & La Roca, 2010, p.17).

Esta degradación ambiental generada a raíz del avance del paradigma económico predominante genera que este enfoque coloque a la sostenibilidad del capital natural como objetivo más importante de las interacciones entre cada dimensión, por encima de los objetivos de este paradigma y su lógica lineal basada en la explotación indiscriminada de recursos, hecho que refuerza la idea de que el límite del crecimiento económico está en función también del capital natural.

De otro modo, pero siguiendo la iniciativa de cambios teóricos y replanteamientos conceptuales, la economía ecológica viene a reforzar el instrumental que plantea la economía ambiental, añadiendo a este acervo, más orientado a lo pecuniario, indicadores físicos, de flujos de energía y materiales, para dar una explicación más integral a las externalidades y en consecuencia a las interacciones entre cada dimensión. Lo anterior partiendo del hecho de que las externalidades no se pueden valorizar monetariamente de manera completa, otra diferencia crucial con respecto del enfoque de la economía ambiental, apreciándose con esto que el enfoque de la economía ecológica contempla disposiciones de otras disciplinas, mucho más allá e incluyendo aún las planteadas por el enfoque económico clásico/ambiental.

Otro punto para resaltar de este enfoque es el doble papel que juega el capital natural, (i) como proveedor de materiales y energía y (ii) como sumidero de residuos, jugando estos papeles principalmente en su interacción con la dimensión económica y enfocándose al inicio y al final de los procesos de producción, respectivamente.

Bajo el primer papel la economía ecológica considera como elemento de análisis la existencia de un límite en la disposición del capital natural como factor de producción, haciendo manifiesto la presencia de un linde de recuperación que no debe de ser sobrepasado para hacer posible el retorno a una senda de equilibrio, siempre diferente, que permita seguir disponiendo del capital natural. En ese marco, enfoques como el de la economía de los recursos naturales, dividida en recursos renovables y no renovables, se preocupa del agotamiento de los recursos (aludiendo al principio del proceso de producción), teniendo por objetivo principal la determinación de sendas óptimas para la extracción del capital natural, siendo Harold Hotelling su principal precursor (Martínez y Roca, 2015), este enfoque se percibe con mayor interés dada la explotación despreocupada por parte del paradigma económico predominante del capital natural para su avance y consecuencia de objetivos de crecimiento.

Bajo el segundo papel que tiene el capital natural, el enfoque de la economía ecológica expone a la capacidad de asimilación como otro elemento de análisis, este hace referencia a la cantidad de residuos que puede asimilar el capital natural sin alterar sus

condiciones iniciales, o sea, cuántos residuos puede soportar como sumidero antes de empezar a generar degradaciones ambientales que influyan sobre las interacciones en cada dimensión.

Dado este elemento de análisis y los residuos generados raíz de los procesos de producción y consumo, surgen enfoques como el de la economía circular que proponen un rechazo a la idea de un sistema lineal, que considera a la dimensión ambiental solo como facilitadora de insumos al sistema productivo, buscando principalmente que los residuos dejen de ser eso, para convertirse ahora en elementos que formarían parte de algún otro proceso de producción, pudiendo ser reintroducidos al sistema sin necesidad de que utilicen el servicio de sumidero de residuos que brinda el capital natural, esto claramente bajo una lógica de uso intensivo de cada uno de los elementos del proceso de producción, respaldado por la modernización tecnológica bajo los principios de las 3 erres de reducir, reusar y reciclar (Prieto-Sandoval et al., 2017).

Para que la circularidad en los procesos productivos se presente, la cadencia de utilización de los recursos naturales debe de ser inferior que el ritmo de regeneración de estos y que la circulación de desechos totales no susceptibles de reciclado no supere la capacidad de asimilación de residuos del entorno natural. (Dopico e Iglesias, 2010, p.8)

Planteado lo anterior se denota que los enfoques de la economía de los recursos naturales y la economía circular son enfoques más específicos dentro la economía más clásica y la economía ecológica respectivamente, integrando elementos de eficiencia en diferentes partes del proceso de producción delimitados por un límite de recuperación y una capacidad de asimilación del capital natural respectivamente, consolidando esto un concepto de sostenibilidad más elaborado y complejo que el de la economía ecológica en sus inicios.

Estas ideas a su vez propician el campo para la formación del enfoque de la economía verde, siendo que este

...busca reducir el impacto negativo sobre el medio ambiente derivado de las actividades humanas, al tiempo que procura intensificar los beneficios, tanto para la sociedad, gracias a la generación de empleo a través de la inversión en proyectos sostenibles, como para los recursos naturales, por medio de su eficiente manejo y reducción de la contaminación (Brockington, 2012, como se cita en Hoyos et al., 2022, p. 89)

trayendo al crecimiento económico de vuelta a la mesa, como objetivo fundamental de las interacciones entre cada dimensión.

Aumentar los gastos ambientales para contener la degradación ambiental consecuencia de los procesos productivos/consuntivos del paradigma económico predominante, conduce a una recuperación de la senda de crecimiento económico (Martínez y Roca,

2015), respaldada por la noción de sostenibilidad que en teoría trae consigo estos mayores gastos ambientales.

Esto mismo lo expone Lander (2011) de manera mucho más crítica, volcando su cuestionamiento a que se adjudica de nuevo a factores externos la insuficiencia de los mercados para dar respuestas a la degradación ambiental, planteando como pretexto que los mercados han estado funcionando bajo información imperfecta, políticas públicas inadecuadas, no internalización de costos asociados a externalidades, entre otros, dejando claro que corrigiendo estos fallos de mercado se pueden construir incentivos de mercado, de nuevo, para reorientar el capital a inversiones verdes y con esto conseguir un crecimiento económico con sostenibilidad.

2.2 Bioeconomía y Desarrollo Sostenible

Presentados los diferentes enfoques teóricos y cómo comprenden estos la relación entre la dimensión económica, social y ambiental cabe incorporar los conceptos de bioeconomía y desarrollo sostenible. En este punto se resalta que, al haber expuesto la evolución histórica del concepto de bioeconomía en el apartado de antecedentes, la presente sección enfocara su tratamiento a cuestiones que relacionan este concepto con el tema de estudio en cuestión, generando con esto un marco de análisis que lo sustente.

La bioeconomía surge como un paradigma innovador que integra una síntesis entre la economía en su amplitud de enfoques teórico/prácticos y la biología. Además, este enfoque es un avance con respecto a todo lo anteriormente expuesto, ya que es:

...una evolución lógica de las disciplinas de la economía de los recursos naturales, la economía ambiental y la economía ecológica habiendo corregido cada una de ellas algún error en la economía tradicional. La bioeconomía viene a integrarlas, teniendo sus bases en la madre de las ciencias –La biología– y aprovechando los avances genuinos de economía y la teoría económica. (Mohammadian, p.44, 1999)

El presente estudio, en congruencia con lo anterior, adopta la definición de bioeconomía, planteada en la ENB del Gobierno de Costa Rica (2020) que a su vez la toma de la Cumbre Mundial de Bioeconomía, siendo esta:

...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. (p. 16)

Como lo hace manifiesto la cita anterior, la naturaleza del concepto de bioeconomía integra al enfoque de la economía sostenible, definiéndose esta como:

...el análisis económico y de la política económica con restricciones de sostenibilidad ambiental, centrándonos en el estudio de las relaciones entre actividad económica y medio ambiente físico, con una perspectiva de incertidumbre a largo plazo, basada en el concepto de justicia y con un enfoque en el que desempeña un papel fundamental el componente normativo. (Dopico e Iglesias, 2010, p.8)

En donde según Dopico e Iglesias (2010) los bloques temáticos a los que responde este enfoque serían: (i) las aplicaciones normativas, (ii) el análisis de la interrelación entre la dimensión económica, social y ambiental de largo plazo y (iii) las instituciones e instrumentos de política de la gestión de la economía sostenible. Todo esto en un marco en donde se sinergia la justicia y la eficiencia de las interacciones entre cada dimensión.

Por otro lado, el desarrollo sostenible como concepto "...busca equiparar tres objetivos al mismo tiempo: la sostenibilidad ambiental, el crecimiento económico y la equidad social" (Valenciano y Fonseca, 2019). Además, Según Madroñero-Palacios y Guzmán-Hernández (2018), este concepto debería garantizar el mantenimiento de los recursos naturales a la vez que permite obtener los recursos económicos que aseguren calidad de vida, desarrollando patrones de uso y consumo más sostenibles.

El desarrollo debe de sostenerse a sí mismo y esto es a lo que aspira la bioeconomía planteada, incorporando la esencia del desarrollo sostenible para de esta forma constituirse como un planteamiento contrapuesto al paradigma económico predominante, atendiendo de manera holística no solo los objetivos de la dimensión económica, sino que también los de la dimensión social y ambiental, aceptando su interdependencia y explicando sus interacciones multidisciplinariamente.

En suma, el concepto de bioeconomía que engloba esta sección pretende el desarrollo sostenible, equiparando por tanto la sostenibilidad ambiental, el crecimiento económico y la equidad social. Siendo que el enfoque teórico de la economía sostenible tiene como principal tema a tratar el análisis de las interrelaciones de largo plazo del conjunto tripartito de dimensiones, la principal situación problemática queda sustentada bajo este enfoque y enmarcada por las definiciones de bioeconomía y desarrollo sostenible recién planteadas.

Por otro lado, la principal situación problemática viene acompañada del uso de incentivos económicos en aras de conseguir el doble dividendo, haciendo que se exponga en seguida una serie de elementos conceptuales que sustenten teóricamente esta categoría analítica, en específico los incentivos de política fiscal. Estos incentivos se acogen a su vez al mismo abordaje teórico de la economía sostenible, ya que como lo establece su definición, una de sus áreas temáticas es el análisis de las instituciones e instrumentos políticos de la gestión de la economía sostenible, lo cual se relaciona directamente con lo siguiente a exponer.

2.3 Política fiscal

La política fiscal tiene como propósito central influir en la actividad económica a través del manejo de los ingresos públicos y el gasto del gobierno, con el fin de estabilizar el ciclo económico, promover el crecimiento sostenible, redistribuir el ingreso, asignar eficientemente los recursos y asegurar la sostenibilidad de las finanzas públicas. En particular, se busca contrarrestar las fluctuaciones del ciclo económico mediante políticas contracíclicas, fomentar el desarrollo a largo plazo a través de la inversión pública, reducir desigualdades socioeconómicas mediante sistemas tributarios progresivos y transferencias, corregir fallos de mercado y mantener niveles de deuda manejables que aseguren la confianza macroeconómica (Blanchard y Johnson, 2013).

Además de estos objetivos tradicionales, la política fiscal también actúa como un instrumento para influir directamente en las decisiones de los agentes económicos. A través del diseño de impuestos, subsidios y transferencias, el Estado puede modificar incentivos y orientar el comportamiento hacia metas sociales específicas, como la sostenibilidad ambiental o la innovación tecnológica (OCDE, 2017). Así, la política fiscal trasciende su rol recaudatorio y se convierte en una herramienta estratégica para fomentar prácticas responsables, corregir externalidades negativas y estimular sectores clave para el crecimiento de largo plazo (Fullerton y Metcalf, 2021). Esta dimensión conductual refuerza su papel como mecanismo integral de desarrollo económico y transformación estructural.

Desde la perspectiva del equilibrio general, Liu y Ge (2023) sostienen que los incentivos fiscales alteran los precios relativos, lo que genera cambios multisectoriales. Estos efectos pueden modelarse a partir de ecuaciones de oferta y demanda, donde los impuestos (t) y subsidios (s) modifican los precios enfrentados por consumidores y productores:

$$P_c = P_m(1 + t)$$

$$P_p = P_m(1 + s)$$

Donde P_c es el precio al consumidor, P_m el precio de mercado, y P_p el precio recibido por productor. La diferencia entre P_c y P_p , en estas ecuaciones, refleja la carga fiscal o el beneficio del subsidio.

Como se ha mencionado, lo anterior puede ser una herramienta económica que persiga objetivos ambientales. Una de las formas propuestas en la literatura para representar el vínculo entre la política fiscal y sostenibilidad es a través de una función de bienestar social, W . Esta se representa por medio de una función de producción Y , y la calidad ambiental, Q . (Goulder y Parry, 2008).

$$W = f(Y, Q)$$

Donde:

$Y = Y(L, K, T)$, es la función de producción, L es el trabajo, K el capital y T la tecnología.

$Q = Q(E)$, es la calidad, en función de las emisiones E.

Dado el vínculo entre lo económico y el ambiente, que ya se hizo explícito en las anteriores secciones del marco teórico, las políticas fiscales se diseñan para maximizar W, sujeto a las restricciones de producción y ambientales.

La teoría económica ofrece varios principios para el diseño de políticas fiscales para alcanzar objetivos ambientales, y la aplicación práctica ha explorado los resultados de instrumentos fiscales específicos. Actualmente existe un auge en la literatura sobre los impuestos, subsidios, entre otros, como instrumentos fundamentales orientados al logro ambiental. Según Banzhaf, (2020) esta posibilidad se ha discutido en la teoría económica desde los escritos de Pigou, Marshall y Coase, los cuales establecen que los problemas ambientales se dan por las fallas del mercado.

Anteriormente se refleja, que la teoría económica sugiere que los impuestos pueden desincentivar actividades no deseadas, mientras que los subsidios pueden fomentar comportamientos preferidos. Por ejemplo, una reducción del impuesto sobre la renta para empresas que invierten en tecnologías limpias puede estimular la innovación y el desarrollo de dichas tecnologías (Fan et al., 2023).

La evolución teórica sobre la utilización de la política fiscal para obtener logros ambientales ha traído consigo diferentes propuestas. Por ejemplo, dentro de los autores pioneros, Baumol, (1953) propone un resultado eficiente estableciendo un impuesto por unidad de emisiones contaminantes. Según estos autores, una tasa impositiva fijada en un nivel que logre la reducción esperada de la emisión total de contaminantes satisface las condiciones necesarias para la minimización del costo para la sociedad. Sin embargo, esta propuesta de Baumol, se relaciona, según Liu y Ge, (2023) con contaminantes uniformemente mezclados, donde los daños solo dependen de las emisiones agregadas y no de su distribución espacial, por lo tanto, para algunas sustancias contaminantes, las concentraciones ambientales en un punto de control determinado dependen no solo de la cantidad total de emisiones, sino también de su ubicación espacial. La tasa impositiva debe variar según sus impactos marginales en los niveles de calidad del agua o el aire ambiental.

Una alternativa a este planteamiento según Banzhaf, (2020) es gravar insumos que contribuyen a la contaminación de fuentes difusas. Más recientemente, hay muchos ejemplos de impuestos a la contaminación tipo Baumol y Oates, tales como, impuestos sobre fertilizantes, pesticidas, impuestos a los combustibles o vehículos contaminantes. Estos tipos de impuestos se discuten con fuerza, en busca del mejoramiento en la eficiencia energética y la reducción de la degradación ambiental (Hartley, 2021).

Dada la evidencia que respalda la política fiscal como herramienta para obtener logros ambientales, la OCDE, (2023) presenta una guía metodológica para compilar las cuentas nacionales de ingresos fiscales relacionados con el ambiente (ERTR por sus siglas en inglés). Esta guía está en consonancia con el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE) y el SCN. Principalmente las cuentas ERTR abren la posibilidad para realizar análisis empíricos en una variedad de ámbitos políticos, incluida la transición verde. Según la OCDE (2023) los impuestos verdes o los ERTR se definen como cualquier pago obligatorio no retribuido al gobierno aplicado sobre bases imponibles consideradas de relevancia ambiental, por el impacto negativo específico y demostrado sobre el medio ambiente. Estas bases se categorizan en: Energía; Transporte; Contaminación; y, Recursos.

Desde la perspectiva de política económica, la mayoría de las propuestas tienen un enfoque de dividendo verde, que busca logros ambientales, principalmente, reducir las emisiones contaminantes. Por otro lado, se enfocan menos en el dividendo azul, que es fomentar el desarrollo y promover el crecimiento, por medio de, la recaudación de impuestos ambientales y reducir impuestos más distorsionantes, como las cargas sociales o impuestos sobre la renta (Bashir et al., 2021). En contraposición, Liu y Ge, (2023), proponen una política de incentivos, con subsidios técnicos a la tecnología para promover la producción más limpia en paralelo a impuestos ambientales por contaminación, es decir, según esta propuesta, se puede lograr políticas orientadas a conseguir los dos tipos de enfoques de dividendos.

Autores como Freire-González, (2018), Dixon y Jorgenson, (2020), Khan et al., (2021) y Takeda y Arimura, (2021), estudian la consecución del doble dividendo. Estos son consistentes en mencionar que una de las mayores dificultades es establecer una tasa impositiva óptima, además, queda claro que, el dividendo ambiental generalmente se logra con el establecimiento de impuestos ambientales, sin embargo, estos desfavorecen el crecimiento económico dado el aumento de los costos de producción, por ende, destacan la importancia de utilizar lo recaudado por los impuestos ambientales para disminuir impuestos distorsionantes. La literatura empírica indica también, que es posible obtener un tercer dividendo el cual se relaciona con el incremento del empleo, este principalmente se logra en economías con tasas de desempleo altas y en los cuales las actividades son intensivas en capital humano, en estas, se recomienda utilizar lo recaudado en la disminución de impuestos relacionados con el trabajo, como podrían ser las cargas sociales Sarpong et al., (2023).

En lo anterior destaca que, la política fiscal está siendo utilizada como herramienta para obtener el dividendo verde, principalmente desincentivando el consumo de productos contaminantes y procesos de producción contaminantes y, por otro lado, incentivar la implementación de tecnologías amigables con el ambiente. (OCDE, 2023). Sin embargo,

si no hay un mecanismo de compensación, tal como lo indican Takeda y Arimura, (2021), puede desfavorecer el crecimiento económico y con ello el empleo.

Por su parte, la teoría indica que la bioeconomía tiene como principal objetivo ser un pilar en la transición hacia el desarrollo sostenible, por medio de actividades bioeconómicas que sustituyen el uso de insumos fósiles contaminantes por insumos biológicos. Con lo cual, la política fiscal podría ser utilizada para incentivar esas actividades en busca del doble e inclusive los tres dividendos. Es importante recalcar lo mencionado por Miceikienė et al., (2022), en donde se establece que los objetivos de la bioeconomía y los impuestos ambientales son en última instancia los mismos, ambos buscan contribuir a los desafíos del desarrollo.

La base teórica establecida anteriormente sostiene la hipótesis de que incentivar fiscalmente la producción de las actividades bioeconómicas podría tener efectos beneficiosos significativos. Dado que la bioeconomía se caracteriza por ser más limpia que la producción a base de recursos fósiles, el incentivo fiscal podría resultar en una menor emisión de contaminantes (E), mejorando así la calidad ambiental (Q). Además, al reducir la carga fiscal, se podría fomentar un incremento en la producción (Y), lo cual, junto con la mejora de la calidad ambiental, contribuiría al aumento del bienestar social (W). Esta estrategia se alinea con la política fiscal expansiva que se propone en la construcción de los escenarios fiscales de este estudio.

2.4 Teoría del Equilibrio General

La sociedad en su conjunto juega un rol trascendental en cualquier transformación exitosa de los sistemas. Los factores tecnológicos y económicos han sido importantes, análogamente, los patrones de comportamiento, el grado de aceptación y la voluntad para apoyar los cambios (Kircher, 2022). En los procesos de transformación cuando se piensa en el futuro hay incertidumbre, según Angenendt et al., (2018), "...el desarrollo de estrategias y políticas potencialmente exitosas para hacerle frente a las incertidumbres en el camino hacia una bioeconomía requiere instrumentos y herramientas para ilustrar las posibilidades de la transición" (p.3).

El avance del pensamiento económico, apoyado por desarrollos tecnológicos y la aplicación de técnicas matemáticas avanzadas, ha sido fundamental para mejorar la modelación, que constituye el núcleo de la disciplina económica contemporánea. Según Lucas (1980), el modelado no solo simplifica la realidad para facilitar su comprensión, sino que también ofrece herramientas cruciales para la toma de decisiones en entornos inciertos. En este sentido, Kosow y Gaßner (2008) describen los modelos económicos como representaciones analíticas o cuantificaciones de sistemas del mundo real, que son esenciales para proyectar y evaluar el comportamiento de la economía bajo condiciones específicas. Esta capacidad de modelar escenarios futuros es vital para diseñar estrategias y políticas que puedan responder eficazmente a las dinámicas de cambio

hacia la bioeconomía, proporcionando así un puente sólido hacia la transición de prácticas más sostenibles y adaptativas (Angenendt et al., 2018).

La teoría del equilibrio general provee una estructura analítica rigurosa para entender cómo interactúan múltiples mercados y cómo estos intercambios afectan la economía en su conjunto. Esta teoría es especialmente relevante en contextos de incertidumbre, donde las decisiones económicas deben ser tomadas con mesura para garantizar estabilidad y crecimiento sostenible (Kosow y Gaßner, 2008).

Los modelos de equilibrio general (MEG) en su esencia, describen cómo diferentes agentes económicos (hogares, empresas, gobierno) interactúan en una serie de mercados interconectados. Al hacerlo, estos modelos permiten simular cómo cambios en una parte del sistema pueden resonar a través de toda la economía. Estos modelos son particularmente valiosos porque incorporan reacciones de todos los agentes a cambios en políticas, tecnología o condiciones externas, proporcionando así una visión holística y detallada de las consecuencias económicas potenciales (Pyka et al., 2022).

La estructura básica del modelo, originado por Léon Walras (1874) incorpora lo siguiente:

Existen dos tipos principales de agentes económicos, los consumidores que demandan bienes y servicios maximizando su utilidad sujeta a restricciones presupuestarias, y productores que ofrecen bienes y servicios en busca de la maximización del beneficio. Además, el modelo considera una variedad de bienes y factores de producción, los bienes pueden ser de consumo e inversión, y los factores incluyen trabajo y capital.

Las funciones de demanda y oferta son respectivamente;

$$x_i(p, w_i)$$

$$y_j(p)$$

Donde x_i es la cantidad demandada del bien i , y_j es la cantidad ofrecida del bien j , p son los precios, y w_i es la riqueza o el ingreso del consumidor.

El consumidor maximiza la utilidad y los productores el beneficio, sujetos a las restricciones de presupuesto y a la función de costo, respectivamente. En el equilibrio la demanda total iguala a la oferta total para cada bien en la economía:

$$\sum_i x_i(p, w_i) = \sum_j y_j(p) \quad \forall j$$

Este conjunto de ecuaciones se conoce como el sistema de ecuaciones de Walras.

Posteriormente, en 1954 la teoría de EG ganó popularidad, los economistas Arrow y Debreu recuperaron la teoría walrassiana y demostraron la solución de EG para una economía sin pérdida de generalidad, contribuyendo en supuestos y agregando algunas

restricciones. El autor Yerushalmi, (2012), menciona que los análisis empíricos de esta teoría se hicieron esperar hasta el desarrollo computacional.

Un componente clave en el desarrollo posterior de métodos y algoritmos computacionales de programación lineal, orientados a obtener estimaciones empíricas en economías reales, es el análisis Insumo-Producto (I-O, por sus siglas en inglés). Este análisis, desarrollado originalmente por Leontief (1936), contabiliza el flujo de bienes y dinero dentro de la economía mediante una matriz que representa las interacciones económicas nacionales o regionales. Según Yerushalmi (2012), el modelo I-O se caracteriza esencialmente por ser una teoría de producción impulsada por la demanda, en la que la oferta se ajusta en respuesta a cambios específicos en la demanda. De esta manera, se obtienen nuevas estimaciones de producción para las industrias, basadas en los flujos de bienes intermedios entre sectores productivos. Sin embargo, este método presenta limitaciones teóricas importantes, principalmente debido a su visión incompleta de la economía, ya que únicamente contempla modificaciones lineales de corto plazo en su estructura.

Con el objetivo de superar estas limitaciones y ampliar la cobertura estructural de la economía, la Matriz Insumo-Producto (MIP) original se modifica por incorporando información adicional (Pyatt, G., y Thorbecke, E. 1976). Esta modificación permite la construcción de una Matriz de Contabilidad Social (MCS), la cual incluye no solo los flujos entre sectores productivos, sino también las transacciones entre estos sectores y los hogares y el gobierno. Cabe destacar que la MCS se convierte así en el insumo fundamental para los modelos computacionales utilizados en el análisis mediante Modelos de Equilibrio General Computable (MEGC) (Philippidis et al., 2020)

Un MEGC combina la teoría microeconómica del equilibrio general la cual describe la economía real de mercados interrelacionados con datos económicos reales obtenidos de la MCS para determinar cuantitativamente el impacto de un shock exógeno (como una política fiscal) en el conjunto de variables endógenas del modelo, tales como; precios; producción; desempleo; entre otras. Esto según el tipo de modelo utilizado, por ejemplo; modelos con introducción de supuestos de competencia imperfecta o extensiones ambientales (Wilts y Britz, 2022).

Los MEGC consisten en un sistema de ecuaciones no lineales de demanda y oferta que buscan las sendas temporales de equilibrio mediante los aspectos fundamentales: (i) existencia; (ii) estabilidad y (iii) unicidad. Estas ecuaciones se basan en los corolarios de la teoría económica neoclásica, por un lado, las actividades económicas minimizan los costos de producción y por otro, la demanda maximiza las utilidades (Château et al., 2014). En principio, los MEGC parten de un escenario inicial que representa la estructura económica de una economía en un momento dado del tiempo sin la introducción de la política. La política se introduce modificando uno o algunos parámetros de las ecuaciones

de comportamiento de los agentes económicos, esta acción introduce el choque, para posteriormente, comparar ambos escenarios y evaluar los efectos de la política en la economía en su conjunto (Schaldach y Thrän, 2022).

2.4.1 Modelo Económico-Ambiental Integrado

El modelo utilizado en este trabajo se alinea al primer estándar estadístico para la contabilidad ambiental-económica, (SCAE; Naciones Unidas, Comisión Europea, 2014). Según El Banco Interamericano de Desarrollo (2016), se incorpora información sobre uso de suelos, extracción de recursos no renovables y emisiones vinculadas con el consumo de productos energéticos. Este modelado se conoce como Económico-Ambiental Integrado (IEEM, por sus siglas en inglés), en concreto, este modelo extiende el análisis de los MEGC para aplicarlo al estudio de fenómenos que impactan la economía y el ambiente (Banerjee y Cicowiez, 2019). Además, el modelado IEEM permite complementar el análisis de los MEGC con un modelo de micro simulación que estima los efectos sobre la pobreza y desigualdad, por otro lado, se pueden incluir cambios en cobertura y uso del suelo para estimar efectos en servicios ecosistémicos.

Banerjee et al., (2021) presentan la guía técnica del modelo IEEM en el cual se detalla una presentación discursiva, la formulación de ecuaciones y sus variables. En este apartado se muestra una presentación general del modelo y sus ecuaciones clave, el comportamiento de los agentes y las ecuaciones de transición que introduce la dinámica intertemporal. Como se ha mencionado el modelo IEEM captura los principales flujos económicos y ambientales de una economía, fundamentado en la maximización de la utilidad y beneficios, equilibrio de los mercados, interacción económica y ambiental.

Se describe la estructura del modelo, para un año particular (base), omitiendo el uso de un subíndice t , este subíndice se utiliza en los elementos que incorporan dinámica al modelo, esto para simplificar la notación.

I. El sector productivo

Está representado por actividades económicas que maximizan los beneficios, sujetos a la función de producción, restricciones de factores y proporciones fijas entre insumos intermedios y factores que generan valor agregado.

La función de producción de Leontief del sector s combina valor agregado (VA) e insumos intermedios (I) en proporciones fijas:

$$Y_s = \min \left(\frac{VA_s}{a_{va,s}}, \frac{I_s}{a_{I,s}} \right)$$

Donde,

- $a_{va,s}$: coeficiente técnico fijo de valor agregado,

- $a_{I,s}$: coeficiente técnico de insumos intermedios,
- VA_s : valor agregado del sector
- I_s : insumos intermedios del sector

El valor agregado (VA_s) se genera mediante funciones anidadas tipo CES², que combinan:

- Trabajo y recursos naturales no relacionados con la tierra (F_s),
- Capital que se combina con energía (KE_s),
- Tierra y agua.

La fórmula del valor agregado es:

$$VA_s = A_s [\beta_{va1} F_s^{\rho_1} + \beta_{va2} KE_s^{\rho_1} + \beta_{va3} TW_s^{\rho_1}]^{\frac{1}{\rho_1}}$$

Donde,

- A_s : Parámetro de productividad total de los factores (TFP), afectada con un shock (usualmente positivo) del stock infraestructura pública, mediante la función: $A_s = A_s^{exógeno} (1 + \phi G)$, ϕ es el parámetro del producto marginal del stock de infraestructura sobre el VA_s ,
- β_{vai} : parámetros de distribución de la CES,
- $\rho_1 = \frac{\sigma_1 - 1}{\sigma_1}$: Parámetro relacionado con la elasticidad de sustitución σ_1

El trabajo y otros recursos diferentes de la tierra, tiene la función:

$$F_s = \gamma_s [\beta_L L_s^{\rho_2} + \beta_R R_s^{\rho_2}]^{\frac{1}{\rho_2}}$$

Donde,

- L_s : trabajo,
- R_s : recursos naturales,
- β_L, β_R : parámetros de distribución,
- ρ_2 : parámetro relacionado con la elasticidad de sustitución σ_2 ,
- γ_s : parámetro de escala.

El capital y la energía se combinan mediante la siguiente función:

$$KE_s = \kappa_s [\beta_K K_s^{\rho_3} + \beta_E E_s^{\rho_3}]^{\frac{1}{\rho_3}}$$

Donde,

- K_s : capital,

² Elasticidad de sustitución constante (CES, por sus siglas en inglés).

- E_s : energía agregada,
- β_K, β_E : parámetros de distribución,
- ρ_3 : parámetro relacionado con la elasticidad de sustitución σ_3 ,
- k_s : parámetro de escala.

La energía es una función que combina diferentes productos energéticos:

$$E_s = \epsilon_s \left[\sum_{i \in \text{energía}}^n \beta_{Ei} E_i^{\rho_4} \right]^{\frac{1}{\rho_4}}$$

Donde,

- E_i : cantidad de producto energético i utilizado,
- β_{Ei} : parámetros de distribución,
- ρ_4 : parámetro relacionado con la elasticidad de sustitución σ_4 ,
- ϵ_s : parámetro de escala.

De este consumo intermedio se calculan parte de las emisiones de GEI, multiplicando su equivalente en unidades energéticas (terajulios) por su factor de emisión, tal como se realiza en la cuenta nacional de energía en Costa Rica (BCCR).

Las emisiones se obtienen a través de este consumo intermedio descrito en el párrafo anterior, y también, IEEM computa las emisiones vinculadas al uso de un factor productivo particular, por ejemplo, el stock ganadero y su uso de suelo.

Por su parte, la combinación de tierra y agua viene dada por:

$$TW_s = \tau_s [\beta_T T_s^{\rho_5} + \beta_W W_s^{\rho_5}]^{\frac{1}{\rho_5}}$$

Donde,

- T_s : cantidad de tierra utilizada (pueden incluir diferentes tipos),
- W_s : agua agregada,
- β_T, β_W : parámetros de distribución,
- ρ_5 : parámetro relacionado con la elasticidad de sustitución σ_5 ,
- τ_s : parámetro de escala.

El agua, puede ser tomada del ambiente y/o adquirida de sectores productivos:

$$W_s = \omega_s [\beta_{aM} W_s^{am\rho_6} + \beta_P W_s^P \rho_5]^{\frac{1}{\rho_6}}$$

Donde,

- W_s^{am} : cantidad de agua extraída del ambiente

- W_s^P : cantidad de agua extraída de sectores productivos
- β_{am}, β_p : parámetros de distribución,
- ρ_6 : parámetro relacionado con la elasticidad de sustitución σ_5 ,
- ϖ_s : parámetro de escala.

Por otro lado, los insumos intermedios totales (I_s) combinan diferentes tipos de insumos intermedios ($I_{j,s}$) mediante una estructura de Leontief:

$$I_s = \sum_j^N I_{j,s}$$

- $I_{j,s}$: cantidad de insumo intermedio del tipo j utilizado en el sector s

Cada insumo intermedio se obtiene combinando oferta nacional e importaciones, mediante una función CES:

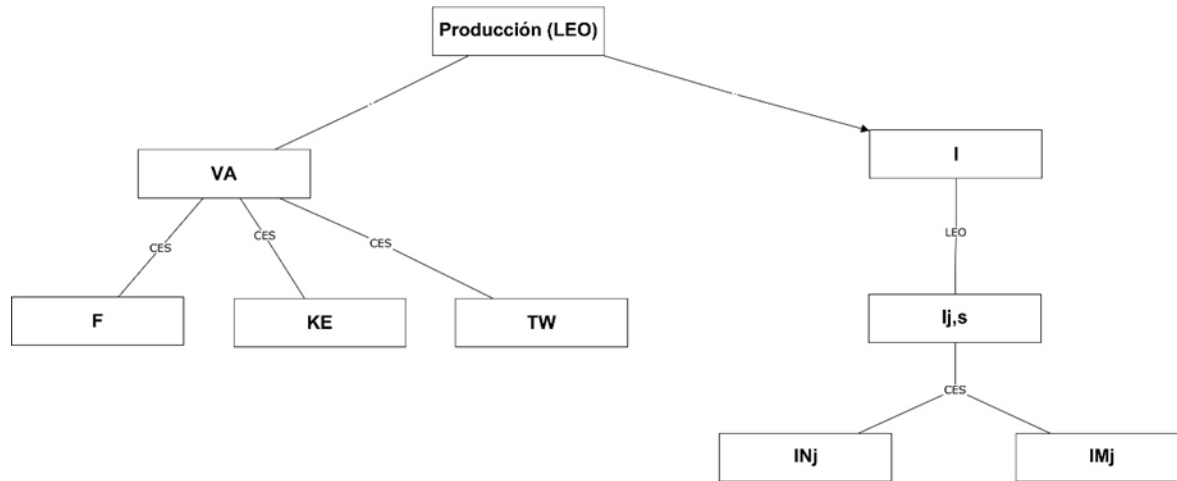
$$I_{j,s} = \zeta_s [\xi_N I_{j,s}^{N\rho_7} + \xi_M I_{j,s}^{M\rho_7}]^{\frac{1}{\rho_7}}$$

Donde,

- $I_{j,s}^N$: cantidad del insumo intermedio j proveniente de la oferta nacional,
- $I_{j,s}^M$: cantidad del insumo intermedio j importado
- ξ_N, ξ_M : parámetros de distribución,
- ρ_7 : parámetro relacionado con la elasticidad de sustitución σ_7 ,
- ζ_s : parámetro de escala.

La siguiente imagen, representa la función de producción de IEEM.

Figura 1. Función de producción de IEEM



Nota: Elaboración propia a partir de Banerjee et al., (2021).

Cada de una las actividades económicas pueden brindar uno o más bienes y servicios en proporciones fijas. A su vez, cada producto, puede producirse por más de una actividad. Por último, la producción final, puede destinarse al consumo interno o exportarse, más adelante, se describe el comercio en IEEM.

i. Precios de la producción

Las siguientes ecuaciones definen las remuneraciones de los factores productivos móviles e inmóviles entre sectores, respectivamente.

i.i La remuneración a factores móviles en los sectores se modela considerando: el salario base del factor f ajustado por un diferencial salarial exógeno asociado con el sector s ; los impuestos aplicados al uso del factor; las contribuciones sociales a la seguridad social (aportes patronales y del trabajador). Lo anterior está dado por:

$$WFS_{f,s} = W_{f,s}(1 + t_{act,f,s})(1 + t_{ss,f,s})$$

- $WFS_{f,s}$: remuneración total al factor f en el sector s
- $W_{f,s}$: salario base del factor f ajustado por el diferencial salarial en el sector s ,
- $t_{act,f,s}$: tasa de impuesto aplicada al uso del factor f en s ,
- $t_{ss,f,s}$: tasa de contribución social aplicada al uso del factor f en s .

El salario base ajustado para un factor móvil se define como:

$$W_{f,s} = W_f \delta_{1f,s}^{exógeno}$$

Donde,

- W_f : salario promedio del factor f en el mercado,
- $\delta_{1,f,s}^{exógeno}$: diferencial salarial que captura la productividad relativa del factor f en el sector s .

El diferencial salarial puede depender de las condiciones locales del mercado, características del sector y la calidad del factor.

i.ii La remuneración a los factores inmóviles considera: la remuneración al factor (exógena); diferencial por sector que captura características que afectan a la remuneración del factor y; la tasa de impuesto aplicada al factor.

$$WFS_{f,s} = W_{f,s}^{exógeno} \delta_{2,f,s} (1 + t_{fact,f,s})$$

- $W_f^{exógeno}$: remuneración base al factor inmóvil f en el sector s ,
- $\delta_{2,f,s}$: diferencial del factor f en el sector s .
- $t_{fact,f,s}$: tasa de impuesto aplicada al uso del factor f en s ,

i.iii Precio de insumos intermedios

La función que representa el costo de los insumos intermedios del sector s es:

$$PI_s = \underbrace{\sum_{j \in I} (P_{j,s}^N I_{j,s}^N + P_{j,s}^M I_{j,s}^M)}_{\text{Productos}} + \underbrace{\sum_{i \in E} (P_{i,s}^N I_{i,s}^N + P_{i,s}^M I_{i,s}^M)}_{\text{Insumos}} + \underbrace{(P_{W,s}^{am} W_s^{am} + P_{W,s}^P W_s^P)}_{\text{Agua}}$$

Donde,

- Productos intermedios ($j \in I$): son los bienes o servicios utilizados en la producción, cómo materias primas o componentes. Su costo depende de su origen (nacional o importado), con precios ajustados por impuestos locales o aranceles,
- Insumos energéticos ($i \in E$): representan fuentes de energía como la electricidad, derivados del petróleo, biomasa, gas, entre otros
- Agua: puede ser tomada del ambiente o adquiridas de sectores productivos que la recolectan y la distribuyen.

Por otro parte, el beneficio neto del sector productivo s está dado por la diferencia entre ingresos netos y los costos totales (factores y consumo intermedio). El componente de ingreso netos esta dado por:

$$P_s(1 - t_s - regps)Y_s$$

- P_s : precio del producto del sector s ,
- t_s : tasa de impuesto a la producción del sector s ,
- $regps$: regulación del precio del sector s ,
- Y_s : cantidad producida por el sector s .

II. Comercio interno e internacional

El país modelado se considera pequeño, por ende, no influye en los precios internacionales. El modelo utiliza la forma más usual de los MEGC con el supuesto de elasticidad de Armington. Se supone que la combinación de productos nacionales e importados se realiza en la frontera del país modelado, son sustitutos imperfectos por el lado de la demanda, mediante una función CES. A su vez, las ventas internas y externas son también sustitutos imperfectos por el lado de la oferta, las empresas realizan esta decisión mediante una función CET.

Los precios internos de importaciones y exportaciones incorporan impuestos a la importación (aranceles) y a la exportación. Por su parte, la relación de lo importado y exportado se basa en el precio relativo entre los bienes precios internos y externos la cual es igual a la tasa de transformación técnica.

ii. Precios

ii.i Precio de las importaciones

Los precios de las importaciones vienen dados por

$$PM_j = (1 + t_m)Exr. P_j^M + CT_j$$

Donde,

- PM_j : precio interno del bien importado j ,
- t_m : tasa del arancel para el bien j ,
- Exr : tipo de cambio,
- P_j^M : precio internacional del bien j ,
- CT_j : margen de comercio y transporte del bien j .

ii.ii Precio de las exportaciones

Los precios de exportación de los bienes nacionales se dan de la siguiente manera:

$$PE_j = (1 + t_e)Exr.P_j^E - CT_j$$

Donde,

- PE_j : precio interno del bien exportado j ,
- t_e : tasa de exportación para el bien j ,
- Exr : tipo de cambio,
- P_j^E : precio internacional del bien j ,
- CT_j : margen de comercio y transporte del bien j .

ii.iii Precios de mercado interno

El precio final incorpora impuestos sobre ventas, subsidios y el IVA:

$$PI_{j,s}^F = P_{j,s}(1 + t_{ventas})(1 - s_j)(1 + t_{va})$$

Donde,

- P_s : precio del producto j del sector s ,
- t_{ventas} : tasa de impuesto sobre ventas,
- s_j : subsidio al producto j ,
- t_{va} : tasa de IVA.

Por último, en cuanto a precios, el índice de precios al consumidor (*CPI*), que se emplea como numerario del modelo, se define como la sumatoria de los precios de demanda de los productos ponderado por producto dentro de la canasta del hogar. Además, se define el precio de las actividades con precios regulados como el cociente entre el precio nominal y el tipo de cambio nominal.

III. Ingresos factoriales y sectores institucionales

Se muestra la distribución del ingreso de los factores en las instituciones y luego se introduce el detalle de estas últimas.

Las siguientes ecuaciones muestran la distribución del ingreso entre sectores e instituciones identificados en IEEM.

En primera instancia se muestra la participación de la institución en el ingreso de los factores:

$$ShiF_{ins,f} = \frac{Q_{ins,f}}{\sum_{ins} Q_{ins,f}}$$

- $ShiF_{ins,f}$: participación de la institución ins en el ingreso del factor f ,
- $Q_{ins,f}$: cantidad de dotación del factor f que posee la institución ins .

Los ingresos de los factores móviles e inmóviles vienen dados por:

$$YF_f = \sum_f WFS_{f,s} + trans_{f,row} \cdot Exr$$

Donde,

- YF_f : ingreso total del factor f ,
- $WFA_{f,s}$: remuneración del factor f en los sectores,
- $Trans_{f,row}$: transferencias del resto del mundo al factor. IEEM captura los ingresos a factores de producción que provienen de utilidades vinculadas a inversión extranjera directa (IED) que el país realizó en periodos anteriores.

Los ingresos netos de las instituciones por factor vienen dados por:

$$YIF_{f,ins} = ShiF_{f,ins} \cdot YF_f (1 - tf)$$

Donde,

- $YIF_{f,ins}$: Es el ingreso neto de la institución ins en el ingreso del factor f ,
- tf : tasa de impuesto sobre el ingreso del factor.

Siguiendo con la identificación del flujo de la economía, en IEEM se identifican los siguientes sectores institucionales, en los cuales se distribuyen los ingresos de los factores, los cuales gastan y ahorran.

iii.i Sector institucional: No Gobierno

En este sector institucional se encuentran los hogares, empresas, instituciones sin fines de lucro que sirven a los hogares (ISFLSH). Los ingresos de estos es la suma de (a) su ingreso factorial y (b) transferencias.

El ingreso total de la institución Yi_{ns} viene dado por:

$$Yi_{ns} = \sum_f YIF_{f,ins} + trans_{ins}$$

Parte de sus ingresos se destinan al ahorro, en función de una proporción marginal a ahorrar, esta se introduce para que el ahorro a través del tiempo no dependa del nivel observado en la MCS:

$$MPS_{ins} = mpsb_{ins} MPSS_{ins}$$

$$SA_{ins} = \theta_{ins}^{SA} + MPS_{ins}(1 + ty_{ins})Y_{ins}$$

Donde,

- mps_{ins} : proporción marginal base a ahorrar para ins , la cual se define exógenamente.
- $MPSS_{ins}$: factor de ajuste exógeno que puede reflejar cambios en las condiciones económicas o políticas,
- SA_{ins} : Ahorro total de la institución ins ,
- θ_{ins}^{SA} : componente autónomo del ahorro,
- ty_{ins} : tasa de impuesto sobre el ingreso.

Por otro lado, parte del ingreso que no se ahorra se destina al gasto. Los hogares consumen bienes y servicios por medio de una función de utilidad CES, en donde puede diferenciar de bienes inferiores y bienes superiores. Las instituciones ISFLSH destinan sus ingresos a pagar impuestos, proveer bienes y servicios y realizar transferencias a otras instituciones. Además, IEEM permite capturar la cantidad consumida por turistas de manera exógena.

iii.ii Sector institucional: Gobierno

Las siguientes ecuaciones comprenden los ingresos (recaudación), gastos y presupuestos del gobierno identificados en IEEM.

El gobierno gov recauda ingresos de varios impuestos, descritos a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 1. Tipos de impuestos incorporados en IEEM.

Nombre del impuesto	Fórmula	Descripción
i. Impuesto al ingreso institucional	$YTAXDIR = \sum_{ins} ty_{ins} Y_{ins}$	ty_{ins} : tasa de impuesto sobre el ingreso de la institución ins
ii. Impuesto sobre el ingreso de los factores	$YTAXF = \sum_f tf_f YF_f$	tf_f : tasa de impuesto sobre el ingreso del factor f
iii. Impuesto sobre las actividades	$YTAXACT = \sum_s t_s Y_a$	t_s : tasa de impuesto sobre el ingreso de la actividad s
iv. Impuesto sobre factores móviles	$YTAXFAC = \sum_f tf_{fact} W F_f$	tf_f : tasa de impuesto al ingreso del factor móvil f
v. Impuesto sobre el comercio interno (ventas)	$YTAXCOM = \sum_{ins} tq_j P_{s_j} Q_{s_j}$	tq_j : tasa de impuesto sobre la venta del producto j , P_{s_j}, Q_{s_j} : precio y cantidad ofertada del producto j
vi. Impuesto sobre las importaciones y las exportaciones	$YTAXIMP = \sum_j tm_j Exr. P_j^M . QM_j$ $YTAXEX = \sum_j te_j Exr. P_j^E . QE_j$	tm_j : tasa de arancel sobre el producto j , te_j : tasa de impuesto a la exportación del producto j .

vii. Impuesto al valor agregado	$Y_{TAXVA} = \sum_j [(1 - s_j) \cdot P_s j (1 + tva_j)] (QI_j \cdot QH_j \cdot QGov_j \cdot Qturist_j \cdot QCT_j + \sum_{j,ins} \psi_{j,ins} INV_{ins,j})$	<p>s_j: es el subsidio al producto o servicio j, para el gobierno es un gasto en subsidio al consumo de bienes y servicios,</p> <p>tva_j: tasa de impuesto al valor agregado sobre el producto j,</p> <p>Q_j: cantidad de insumo intermedio, consumo de hogares, gobierno, turistas y margen de comercio y transporte, respectivamente,</p> <p>ψ_j: cantidad de producto j por unidad de capital realizado por ins,</p> <p>$INV_{ins,j}$: inversión de ins en capital.</p>
---------------------------------	---	---

Nota: Elaboración propia

Por tanto, el ingreso del gobierno Y_{Gov} está dado por la suma de las recaudaciones, transferencias de otras instituciones o multilaterales, y los ingresos asociados a productos regulados. Por su parte, la cantidad consumida o provista del gobierno QG se determina de manera exógena, su gasto corriente:

$$EG = \sum_j PD_{j,gov} QG_{j,gov} + \sum_{ins} trans_{ins} + s_j$$

El superávit y la cuenta de capital del gobierno, en este caso, la financiación del déficit viene dada por:

$$supG = Y_{Gov} - EG - INVG$$

$$-supG = NFFG + NDFG$$

Donde, $NFFG$ y $NGFG$, es el financiamiento externo e interno determinados exógenamente, de manera respectiva.

iii.iii. Sector institucional: Resto del mundo

El resto del mundo se representa a través de la balanza de pagos, específicamente, con la cuenta corriente y la de capital. El modelo captura los ingreso y gastos del resto del mundo con el país, además de su ahorro que con el país involucra el financiamiento a la deuda interna, al sector privado y la inversión extranjera directa.

IV. Condiciones de equilibrio

IEEM considera la existencia de desempleo generado por una curva de salarios³ que establece una relación negativa entre el nivel de salarios y la tasa de desempleo:

$$\frac{WF_{f,t}/CPI}{WF_{f,00}/CPI} = \left(\frac{UERAT_{f,t}}{UERAT_{f,00}} \right)^{\eta^{w,f}}$$

- $UERAT_{f,t}$: tasa de desempleo del factor f en el año t ,
- $\eta^{w,f}$: elasticidad de los salarios reales respecto al desempleo.

En IEEM, el trabajo es perfectamente móvil entre sectores, la cantidad ofertada se iguala a la cantidad demanda. El capital instalado, por su parte, es inmóvil entre sectores.

Por otro lado, hay restricciones de equilibrio en los mercados, de bienes y factores. La oferta total de bienes y servicios comprende la oferta nacional y lo importado que se iguala a la demanda total.

El modelo transforma las inversiones realizadas en distintos stocks de capital en demanda de bienes y servicios. Para ello utiliza, una matriz de composición de capital por producto de cada stock de capital modelado. Por ejemplo, la inversión pública suele tener un componente de servicios de construcción relativamente más importante que el sector privado.

Por último, la inversión privada se iguala a la fuente de financiamiento, estas últimas son: ahorro de hogares, empresas, endeudamiento externo e IED.

V. Dinámica

i Inversión por destino

³ En Banerjee et al., (2021), utilizan la estimación de Blanchflower y Oswald, (1994).

Una variable clave de la dinámica es la inversión por destino. Este grupo de ecuaciones determinan el nuevo stock de capital que recibe cada sector productivo, diferenciando entre stock de capital público o privado.

El costo de una unidad de capital se obtiene multiplicando la matriz $capcomp$ que es la cantidad de producto por unidad de capital por el precio de demanda del factor de capital:

$$PK_f = \sum_j capcom_{j,f} P Q D_{j,f}$$

Donde,

- $capcomp$: matriz de composición del capital, representa la cantidad de producto j necesaria para una unidad del factor del capital. Ejemplo, si la matriz indica que se necesita 0.5 unidades del producto j_1 y 0.3 unidades del producto j_2 para formar el capital j , se multiplican esas unidades por los precios y la suma es el costo del capital,
- $P Q D_{j,f}$: Precio de demanda.

La inversión del gobierno es impulsada principalmente por decisiones exógenas del gobierno, ajustadas por parámetros que reflejan flexibilidad ante condiciones específicas. La inversión pública de capital fijo para el factor j es:

$$DKINSG_f: dkinsgov_f(1 + adj_f + flexgov_f)$$

Donde,

- $dkinsgov_f$: componente exógeno de la formación bruta de capital fija,
- $adj_f, flexgov_f$: factores de ajuste, que reflejan condiciones externas que modifican la inversión y necesidades sectoriales, respectivamente.

La inversión gubernamental total está dada por:

$$INVALG: \sum_f DKINSG_f \cdot PK_f + qdstk_j P Q D_f$$

Donde, $qdstk_j$ es la variación de existencias.

Por otra parte, la inversión privada se ajusta endógenamente, dependiendo de las tasas de retorno y las condiciones del mercado. La tasa de retorno promedio del capital es ajustada por la distribución del factor entre sectores.

$$WFS AVG_{f,s}: \frac{\sum_f WFS_{f,s} \cdot WFDIST_{f,s} QF_{f,s}}{\sum_f QF_{f,s}}$$

La inversión privada está dada por:

$$DKINS_{priv_{f,s}}: dkins_{priv_{f,s}}(1 + adj_{f,s})$$

Donde,

- $dkins_{priv_{f,s}}$: componente endógeno de la formación bruta de capital fija,
- $adj_{f,s}$ factores de ajuste que depende de la tasa de retorno y las condiciones de mercado.

Por último, el cambio en el stock de capital asigna el capital nuevo a las instituciones, gobierno y sectores (ins) según la tasa de retorno, favoreciendo aquellos por encima del promedio.

$$dka_{f,ins} = \frac{\sum_f DKINS_{f,ins} Q_{F_{f,t-1}}}{\sum_f Q_{f,t-1}} (1 + k \cdot \frac{\sum_f WFS_{f,s} \cdot WFDIST_{f,s}}{WFS_{AVG_{f,s}}} - 1)$$

Donde, k es un parametro de sensibilidad del nuevo capital a las tasas de retorno. Esta ecuación indica que la asignación del nuevo capital depende del anterior, además, los sectores con mayores tasas promedio reciben relativamente más capital (desviación relativa de la tasa de retorno sectorial).

Por tanto, la evolución del stock de capital está dado por:

$$Q_{F_{f,s,t}} = Q_{F_{f,s,t-1}}(1 - depr_{capf})dka_{f,s}$$

ii. Oferta y dotaciones factoriales

Las ecuaciones definen la evolución de las ofertas factoriales y de las dotaciones entre las instituciones, estas distinguen los hogares y el resto de los sectores. El hogar representativo crece en función de las proyecciones poblacionales y las demás dotaciones en función de tasas de crecimiento también exógenas. IEEM permite modelar la oferta de tierra productiva (agricultura o plantaciones forestales) en función de un componente exógeno, uno endógeno de que depende de la renta de la tierra y otro que depende de la deforestación.

iii Movilidad factorial

Como se describe anteriormente, el trabajo es móvil entre sectores, además, hay factores inmóviles y otros imperfectamente móviles. Por ejemplo, IEEM permite modelar la migración de trabajadores entre áreas urbanas y rurales o los segmentos formal e informal del mercado laboral. Asimismo, permite modelar transiciones del factor tierra a usos alternativos (usos productivos, no productivos y otros usos).

VI Micro simulación: Modulo de pobreza

Los indicadores de pobreza y desigualdad se calculan sobre la base de los resultados de la simulación de IEEM, por medio de una microsimulación que está vinculada al hogar representativo de la MCS utilizando el ingreso o el consumo como medida de bienestar.

El enfoque que se utiliza es la distribución de bienestar per cápita dentro del hogar y mediante una encuesta de hogares, se obtienen indicadores como la línea de pobreza, tasa de pobreza y pobreza extrema, entre otras. Con este enfoque se puede obtener los indicadores de pobreza y desigualdad, realizando una microsimulación aritmética en el que se utilizan los cambios en el bienestar per cápita del hogar representativo para estimar la distribución contra fáctica del bienestar, para luego, calcular los indicadores de pobreza y desigualdad.

Esta microsimulación de IEEM se basa en Bourguignon et., al (2008) y Bussolo y Cockburn (2010), permitiendo analizar los efectos distributivos de políticas o choques económicos.

Como se menciona, IEEM proporciona cambios porcentuales en variables macroeconómicas que afectan el bienestar de los hogares, estos cambios se aplican a los datos de la encuesta de hogares:

El nuevo ingreso es $Y_{h,t} = Y_{h,t-1}(1 + \Delta y_h)$, donde Δy_h se deriva de los resultados de IEEM. Con este ingreso ajustado, se calculan los indicadores de pobreza estándar de Foster-Greer-Thorbecke (FGT):

$$P_{\varphi} = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^N \left(\frac{z - Y_{h,t}}{z} \right)^{\varphi} \cdot I(Y_{h,t} < z)$$

Donde

- N : número total de hogares,
- z : línea de pobreza,
- I : función indicadora que toma el valor de 1 si condición es verdadera y 0 en caso contrario,
- φ : parametro de aversión a la pobreza, 0 tasa de pobreza; 1 brecha de pobreza; 2 severidad de la pobreza.

Por su parte, el cálculo del Gini se obtiene de la siguiente manera:

$$G = 1 - \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{N+1-i}{N} \right) Y_{i,t}$$

Los hogares i están ordenados de menor a mayor, según el ingreso. Esta forma es utilizada para simplicidad, eliminando la necesidad de la forma estándar de evaluar todas las combinaciones de pares de ingresos de los hogares.

Para finalizar el modelo es recursivo dinámico, incorpora la dinámica Inter temporal al resolver secuencialmente los estados de la economía para cada periodo, y los conecta mediante las ecuaciones de transición dinámicas del modelo (capital, población, tierra, entre otras).

Capítulo 3. Marco Metodológico

3.1 Enfoque de la investigación

La finalidad del presente estudio es analizar las repercusiones de una transición hacia la bioeconomía sobre el desarrollo sostenible en Costa Rica y valorar si su impulso mediante incentivos fiscales puede generar un doble dividendo, es decir, beneficios simultáneos en el ámbito socioeconómico y ambiental. Dada la complejidad del objeto de estudio y su escasa trayectoria en el contexto nacional, se adopta un **enfoque de investigación mixto**, que combina herramientas cuantitativas y cualitativas con el fin de lograr un análisis integral y contextualizado.

En específico mediante el enfoque cualitativo se busca captar percepciones, valoraciones y criterios técnicos que acuerpen el diseño de los escenarios de política fiscal y aporten una mirada interpretativa sobre la viabilidad y pertinencia de las medidas propuestas, siendo que por el lado del enfoque cuantitativo se busca mensurar las magnitudes de los efectos hipotéticos derivados de los escenarios fiscales dirigidos a incentivar la bioeconomía en Costa Rica.

3.2 Tipo de investigación

De acuerdo con Hernández et al., (2014) “Las investigaciones que se realizan en un campo de conocimiento específico pueden incluir diferentes alcances en las distintas etapas de su desarrollo”. (Hernández et al., 2014, p. 90).

Bajo esta línea y entendiendo el planteamiento del problema, se concibe entonces una investigación de tipo exploratoria, dado el poco bagaje de estudio que tiene el problema planteado en Costa Rica, en donde: (i)- se identifica un concepto promisorio como lo es la bioeconomía (ii)- se pretende establecer las bases para nuevas investigaciones y (iii)- se sugieren hipótesis acerca de las repercusiones de incentivar a la bioeconomía sobre el desarrollo sostenible en Costa Rica.

Por otro lado, se aspira a estimar la magnitud de las interacciones que tiene la bioeconomía con el ambiente, la economía y la sociedad a través de diferentes indicadores, estas aspiraciones son la principal razón de plantear entonces una investigación de tipo correlacional.

La principal distinción entre el tipo de investigación correlacional con respecto de la descriptiva es que esta última centra su esfuerzo en medir con precisión variables individuales, en cambio lo que se ambiciona en este estudio es mensurar la vinculación entre la bioeconomía y los diferentes aspectos del desarrollo sostenible. Cabe resaltar que la investigación de tipo correlacional también posee similitudes con la de tipo explicativa, ya que el nivel de asociación entre dos o más variables de alguna manera

aporta información explicativa. (Hernández et al., 2014). Resultando todo lo anterior en una combinación de tipos de investigación exploratorio, correlacional y explicativa.

3.3 Universo de la investigación

3.3.1 Sujetos y fuentes de información

El objeto de estudio es la bioeconomía, entendida según la definición adoptada por la Cumbre Global de Bioeconomía y operativizada mediante la CSB propuesta por Vargas et al. (2022). Para analizar sus repercusiones sobre el desarrollo sostenible, se recurre al modelo IEEM-CRI, el cual utiliza como principales insumos la MCS 2018, el SCAE y la ENAHO 2024.

Por otra parte, para los escenarios de política fiscal, preliminarmente se propone tomar como referencia la única iniciativa formal encontrada en el país que propone algún tipo de herramienta fiscal con tasas de modificación explícitas y que se relacionan con la bioeconomía, que es el Proyecto de Ley con el número de expediente 23.847. Además, se toma en consideración la revisión documental y la ejecución de una entrevista semiestructurada a cuatro expertos para fundamentar de manera rigurosa el planteamiento de estos escenarios y los lineamientos de políticas.

3.3.2 Población o Muestra

Dadas las fuentes de información relacionadas con el SCN, la MCS, los Cuadros de Oferta y Utilización de flujos físicos de Energía (COUF-E), la CSB y ENAHO, la población investigada es Costa Rica, específicamente los agentes económicos y actores institucionales que participan de las diversas transacciones propias de cada una de estas fuentes de información. Analizando de esta manera las repercusiones económica ambiental y sociales para el país ante los escenarios de política fiscal que se plantean.

3.4 Técnicas e instrumentos de investigación

En esta sección se detallan las técnicas e instrumentos de investigación que serán utilizadas para llevar a cabo el presente estudio.

3.4.1 Construcción de equivalencias:

Es crucial aclarar, como se establece en los antecedentes, que no hay un marco internacional estándar para contabilizar el valor económico de la bioeconomía a nivel de contabilidad nacional. Sin embargo, hay propuestas metodológicas para su medición como la expuesta por Vargas et al., (2022) con la CSB. En esta propuesta se menciona que la definición de bioeconomía adoptada por la Cumbre Global de Bioeconomía abarca información de productos, procesos y servicios de origen biológico, siendo acá donde la definición se vuelve funcional en la práctica, ya que estos son principios que se basan en la lógica del registro transaccional del SCN.

Bajo esta misma lógica del SCN se construyen los COU, estos poseen una estructura matricial, en donde las filas corresponden a la lista de productos según la Nomenclatura de Productos de Costa Rica (NPCR) y las columnas a las actividades de la Nomenclatura de Actividades Económicas de Costa Rica (AEER), 184 productos y 144 actividades para el 2018. Estas nomenclaturas a su vez están basadas en la Clasificación Central de Productos (CPC) y en la Clasificación Industrial Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU) respectivamente.

Ahora bien, la CSB, con un enfoque binario, cataloga como “perteneiente” y “no pertenece” a la bioeconomía cada elemento de la CPC (hasta cinco dígitos) y de la CIIU (hasta cuatro dígitos), asocian cada uno de estos elementos con 8 diferentes componentes de la definición de bioeconomía adoptada por la Cumbre Global de Bioeconomía cuando corresponda, componentes que se muestran en la siguiente figura.

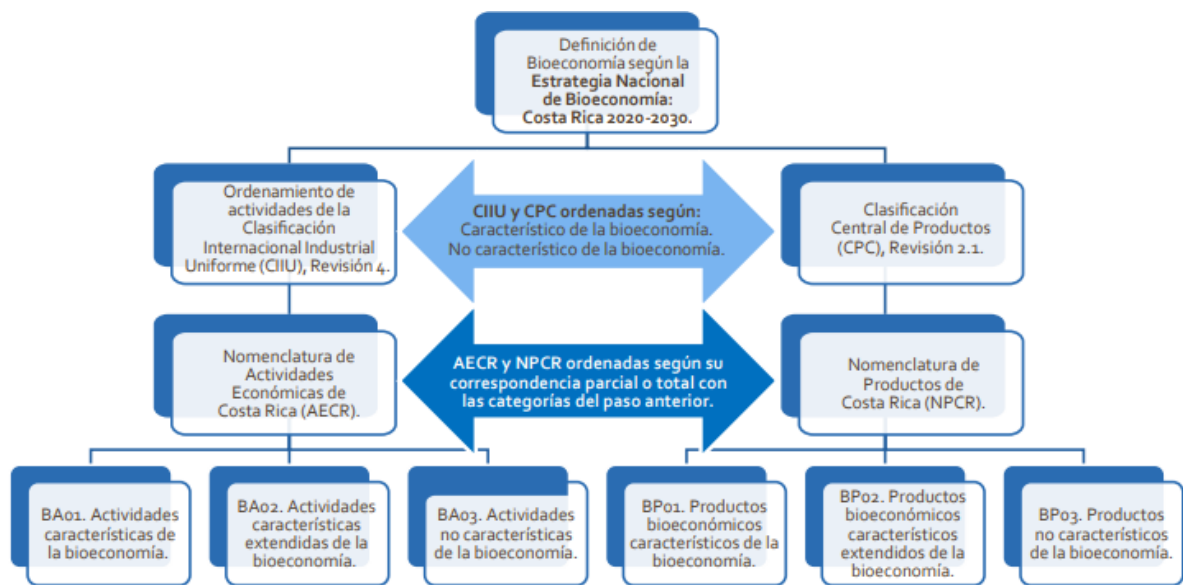
Figura 2. Elementos de la definición de bioeconomía acordada internacionalmente

-  1. Biomasa que se cultiva para producir alimentos, forrajes, fibras y energía
-  2. Biomasa de los recursos marinos y la producida mediante la acuicultura
-  3. Biomasa forestal, sobre todo la que se cultiva para su aprovechamiento en las industrias forestal y del papel, y aquella extraída legalmente de ecosistemas naturales
-  4. Biomasa residual en los sectores agropecuario, pesca y acuicultura, forestal y agroindustrial
-  5. Biomasa que se puede recuperar de los desechos urbanos
-  6. Desechos líquidos de la ganadería y de la actividad humana
-  7. Biodiversidad terrestre y marina, incluyendo la biodiversidad de aguas continentales
-  8. Conocimiento, procesos y servicios relacionados

Nota: Tomada de Vargas et al., (2022).

A partir de esta correspondencia, y sabiendo que los productos y actividades de las nomenclaturas NPCR y AECR se construyen en función de las clasificaciones internacionales anteriormente catalogadas, se categorizan ahora tanto productos como actividades de las nomenclaturas en tres: (i) característicos de la bioeconomía cuando la fila/columna (producto/actividad) se compone solo de elementos catalogados como pertenecientes a la bioeconomía, (ii) características extendidas cuando hay elementos tanto pertenecientes como no pertenecientes de la bioeconomía y (iii) las no características de la bioeconomía cuando todos los elementos que constituyen la fila/columna corresponden a elementos catalogados como no pertenecientes de la bioeconomía. La Figura 4 muestra un esquema resumen del proceso recién expuesto sobre el ejercicio de la CSB, el detalle de la categorización de cada actividad y producto de las nomenclaturas NPCR y AECR se puede consultar en los anexos 1 y 2.

Figura 3. Diagrama de clasificación de actividad y productos bioeconómicos



Nota: Tomada de Vargas et al., (2022).

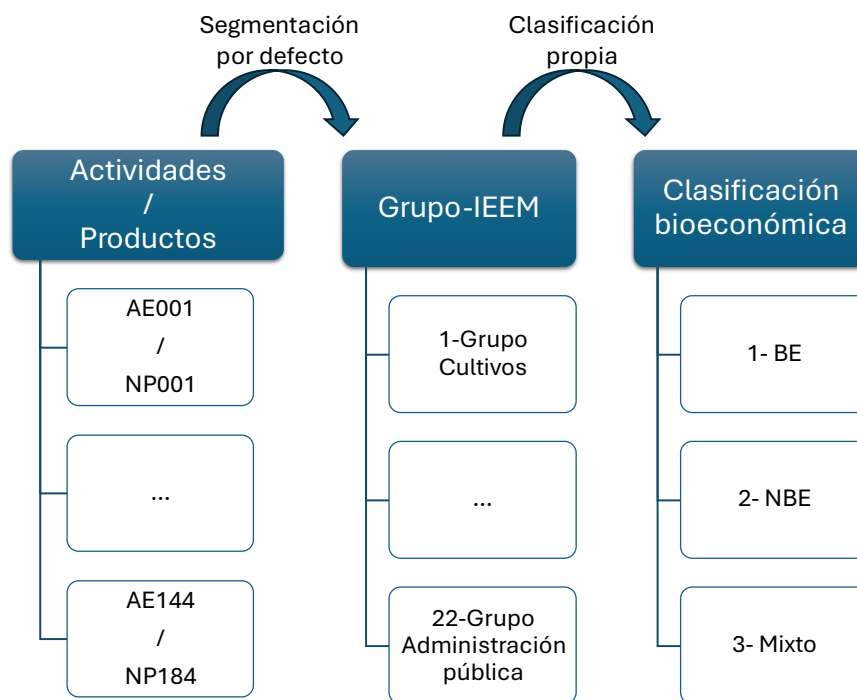
Por su parte, el modelo IEEM, como ya se hizo mención, utiliza la MCS 2018 como principal insumo para la calibración. Esta matriz comparte estructura económica con la CSB, ambas se originan del COU, y se construyen con las mismas 144 actividades y 184 productos. Es decir, se puede identificar dentro de la MCS cuales actividades y productos son característicos, característicos extendidos y no característicos de la bioeconomía.

Ahora bien, la configuración por defecto del modelo IEEM segmenta las actividades y productos de esta matriz en 22 grupos de actividades y 22 grupos de productos. Al ser la bioeconomía el objeto de estudio y siendo que los resultados del modelo se presentan

con ese nivel de agregación se realiza un ejercicio propio inspirado en el proceso que realiza la CSB, en donde se clasifican esas agrupaciones de actividades y productos en tres clases, (i) "BE" si todas las actividades/productos que conforman el grupo son actividades/productos bioeconómicos⁴, (ii) "NBE", cuando todas las actividades que lo componen son actividades no bioeconómicas, y "Mixto" si el grupo se conforma tanto de actividades bioeconómicas como no bioeconómicas, como se presenta en la Figura 4.

Este cruce de información entre la CSB, la MCS y las agrupaciones que el modelo permite, en última instancia, un análisis de la bioeconomía integral, armonizado con el SCN y los insumos de IEEM-CRI.

Figura 4. Diagrama de Clasificación bioeconómica para los grupos de actividades/productos del modelo IEEM-CRI



Nota: Elaboración propia.

Otra fuente de información utilizada es el SCAE, específicamente la cuenta de energía, la cual se emplea en el modelo IEEM para estimar emisiones, particularmente de CO₂, según agente institucional y económico. Esta cuenta asocia diferentes productos energéticos a los productos presentes en la NPCR, identificando además si son

⁴ En lo que sigue las "actividades/productos bioeconómicos", hacen referencia a aquellos productos/actividades que están categorizados como característicos y característicos extendidos de la bioeconomía, similar en el caso de las "actividades/productos no bioeconómicos", que hacen referencia a aquellas actividades/productos no característicos de la bioeconomía según la CSB.

renovables o no, así como su carácter primario o secundario de conformidad con la Clasificación Internacional Estándar de Productos Energéticos (SIEC)⁵.

A partir de esta asociación con la NPCR, se pueden vincular productos energéticos con las categorías de la CSB. Un caso particular es el del producto energético “Biogás”, asociado al producto “Otros productos derivados del petróleo y de coque” (NP078) y vinculado con la categoría de la CSB “no característico de la bioeconomía”. No obstante, se propone su recategorización, ya que el SIEC lo ubica dentro de la sección de “Biocombustibles” y lo describen en la cuenta de energía como “Gas de aguas residuales y otros biogases de fermentación anaeróbica”, lo cual se alinea con el concepto de bioeconomía utilizado por la CSB, asemejándose más al producto “Servicios de recogida, tratamiento y eliminación de desechos; recuperación de materiales” (NP116), considerado, ahora sí, como producto energético “Característico de la bioeconomía”.

3.4.2 Construcción de escenarios de política fiscal

El planteamiento inicial de los escenarios se realiza a partir (i) de la propuesta del Proyecto de Ley de Economía Circular, para luego (ii) considerar la recomendación técnica de los entrevistados, tal como se explica en el apartado de las fuentes de información.

(i) El Proyecto de Ley con el número de expediente 23.847, titulada “Ley de Economía Circular en Costa Rica”, es la única iniciativa formal encontrada en el país que propone algún tipo de herramienta fiscal con tasas de modificación explícitas y que se relacionan con la bioeconomía. Si bien, esta iniciativa aboga a lo relativo a la economía circular, explícitamente en el Capítulo 2 “Coordinación, Competencias y Obligaciones”, en el artículo 12 y 13, establece las competencias y obligaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y del Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) en el que se menciona:

“el apoyar a los productores agrícolas con técnicas de aprovechamiento del suelo, energía e insumos agrícolas en línea con modelos agrícolas alternativos. Por otra parte, resaltan el aprovechamiento de productos y residuos biológicos de la silvicultura y agricultura para promover su utilización. Además, hacen explícita la promoción de incentivos para apoyar y promover el desarrollo y aplicación de equipos, materiales, sistemas y procesos para fomentar la bioeconomía y economía circular” (p.17).

⁵ Para más detalles consultar Banco Central de Costa Rica. (2019). Cuenta de Energía: Contabilidad de flujos físicos. Apéndice metodológico. Área de Estadísticas Ambientales.
<https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos/DocCuentaEnergia/Metodologia-cuenta-energia.pdf>

Es decir, esta propuesta engloba un subconjunto de la bioeconomía, la bioeconomía circular. Por ende, utilizar los incentivos fiscales propuestos en el Capítulo 4 de este Proyecto de Ley, es la base para construir los escenarios fiscales a modelar.

Los incentivos propuestos que se utilizan en este documento son:

- a) “El Artículo 35, inciso 3) Una reducción en la tarifa aplicable del impuesto sobre la renta, de dos puntos porcentuales en la tasa a pagar en cada uno de los tramos establecidos en el inciso b) del artículo 15 de la Ley de Impuesto sobre la Renta, N.º 7092, de 21 de abril de 1988, y sus reformas.

Para acceder a este beneficio, las personas físicas y jurídicas deben demostrar que al menos el 50% de sus insumos son característicos de la economía circular. El ente encargado de esta verificación es el Ministerio de Salud” (p.22).

- b) Artículo 37: Reformas a la Ley de Impuesto al Valor Agregado. Se reforma el párrafo primero del artículo 21 de la Ley de Impuesto al Valor Agregado, N.º 6826, de 8 de noviembre de 1982, y sus reformas, para que se lea de la siguiente manera:

Artículo 21: Operaciones que dan derecho a crédito fiscal

Como regla general, solo da derecho a crédito fiscal el impuesto pagado en la adquisición de bienes y servicios utilizados en la realización de operaciones sujetas y no exentas al impuesto. Como excepción general a esto, el impuesto pagado en el proceso de reparación, recuperación, tratamiento y reutilización de los residuos sólidos de bienes de consumo dará derecho a crédito fiscal en caso de bienes exentos, que podrá ser aplicado por el contribuyente mediante lo establecido en los numerales 1 y 2 del artículo 28 (p.23).

Para el caso del presente estudio, el primer incentivo de reducción del Impuesto sobre la Renta se aplicaría a los grupos de actividades clasificadas como “BE” y el segundo incentivo se aplica al Impuesto al Valor Agregado de los grupos de productos clasificados como “BE”, siguiendo en ambas ocasiones la clasificación propia desarrollada anteriormente.

(ii) Por medio de una entrevista semiestructurada se valida con cuatro expertos la construcción de escenarios de política fiscal necesaria para la simulación. Además, las recomendaciones realizadas por los entrevistados más allá de los escenarios, también se utilizan de insumo para recomendación de política pública. Los cuatro expertos

entrevistados tienen los siguientes cargos: 2 viceministros, 1 Diputada de la República y 1 Catedrático de la Universidad Nacional de Costa Rica.

Según Hernández Sampieri y Fernández (2014), en la entrevista semiestructurada, el entrevistador maneja una guía con temas y preguntas, pero es libre de hacer preguntas adicionales o alterar el orden en que las formula, este tipo de técnica se escoge para mayor flexibilidad.

La guía de entrevista (Anexo 4) utilizada en las entrevistas se estructura en tres bloques temáticos: (a) aspectos conceptuales; (b) política fiscal; e (c) impactos socioeconómicos y sociales. Estos bloques se incluyen para robustecer el análisis, capturando insumos cualitativos que complementen la modelación cuantitativa. Esto con la finalidad de capturar las percepciones y recomendaciones en un marco más amplio a la definición de un escenario.

El bloque de aspectos conceptuales explora la percepción de los expertos sobre la bioeconomía, su vínculo con el desarrollo sostenible y los factores que condicionan su crecimiento, proporcionando así un marco interpretativo clave para la formulación de incentivos.

El bloque fiscal se centra en la evaluación de los instrumentos tributarios, identificando posibles efectos distorsionantes, mecanismos de financiamiento y consideraciones de sostenibilidad fiscal, en diálogo con las limitaciones y oportunidades identificadas en el bloque conceptual.

Finalmente, **el bloque de impactos económicos y sociales** busca comprender las implicaciones esperadas en la distribución del ingreso, el empleo y la competitividad sectorial, permitiendo evaluar externalidades y la capacidad de los agentes para adaptarse a los cambios de política.

La inclusión de estos tres bloques en la guía de entrevista responde a un enfoque metodológico integral, donde la triangulación entre simulaciones cuantitativas y evidencia cualitativa permite mejorar la precisión y relevancia de los escenarios modelados.

3.4.3 Revisión documental

La revisión documental será una constante a lo largo del objetivo uno y tres, ya que la caracterización de la bioeconomía, la construcción de escenarios para la simulación y la proposición de recomendaciones de lineamientos de política debe de partir de una amplia cobertura documental. Obtener indicios sobre las iniciativas formales que caractericen la bioeconomía actualmente, descripciones sobre aquellas intenciones fiscales para incentivarla prontamente y adquirir conocimiento sobre mecanismos ya utilizados que se puedan adaptar al caso de Costa Rica y que acuerpen la consolidación de la

bioeconomía son algunas de las pretensiones que vienen a ser ciertamente cubierta con la revisión documental.

3.5 Matriz Metodológica

Objetivo General: Analizar a partir de escenarios de política fiscal expansiva, las repercusiones sobre el desarrollo sostenible de una transición hacia la bioeconomía en Costa Rica, aplicando el modelo IEEM-CRI, para la elaboración de lineamientos de política pública.					
Objetivos Específicos	Variables	Indicadores	Fuentes de Información	Instrumentos	Preguntas de Investigación
N° 1: Caracterizar la bioeconomía en Costa Rica para la contextualización de la línea base y la definición de los escenarios de política	Iniciativas que procuran el desarrollo de la bioeconomía.	Cantidad de iniciativas de bioeconomía.	Primaria: Base de datos, repositorios, documentos de Ley	Revisión documental	¿Cuáles iniciativas formales y políticas existen en Costa Rica que caracterizan y promueven la bioeconomía?
	Mediciones socioeconómicas y ambientales de la bioeconomía consecuentes con el SCN.	Producción, utilización, valor agregado y empleo bioeconómico. Producción y utilización energética y emisiones CO ₂ bioeconómicas	Primaria y producción propia: Investigaciones previas, por ejemplo: Vargas et., al 2022, bases de datos, etc.		
N° 2: Estimar los efectos sociales, ambientales y económicos a partir de diferentes escenarios de política fiscal de una transición hacia la bioeconomía, utilizando el modelo de equilibrio general aplicado IEEM-CRI.	Económicas: Consumo intermedio, inversión, nivel de actividad ingresos y gastos tributarios, balance primario, PIB, Consumo Comercio, Empleo.	Desvío porcentual del del consumo intermedio, inversión, valor bruto de producción, ingresos y gastos corrientes del gobierno, balance primario, deuda pública, PIB, consumo de gobierno y privado, importaciones, exportaciones, ingresos fiscales, empleo.	Secundaria: MCS, ENAHO.	Plataforma de modelado IEEM	¿Cuáles son las repercusiones sociales, económicos y ambientales de una transición hacia la bioeconomía en Costa Rica?
	Ambientales: gases de efecto invernadero, uso de suelo.	Desvío porcentual en gases de efecto invernadero por actividad económica (CO ₂). Extracción de			

		recursos naturales-			
	Sociales: consumo, bienestar, pobreza.	Desvío porcentual en el consumo de los hogares y equivalencia del bienestar - Tasas de pobreza y pobreza - Tasa de desempleo- Salario promedio.			
N° 3: Proponer recomendaciones de lineamientos de política pública que propicien el desarrollo sostenible en Costa Rica basados en bioeconomía.	Lineamientos de política pública dirigidos a la Bioeconomía para el desarrollo sostenible	Cantidad de actores involucrados	Primaria: Informes de política relacionados, otras experiencias internacionales	Revisión documental.	¿Cuáles acciones de política pública podrían incentivar el desarrollo de actividades bioeconómicas en Costa Rica?
		Cantidad de lineamientos propuestos.	Producción propia	Guía de entrevista para la validación a expertos	

3.6 Cronograma

Fase	Sección del documento	Actividades	Responsable	Fecha		
Elaboración propuesta de Anteproyecto	Capítulo 1	Elaborar Antecedentes	Jostin	Febrero 2023- agosto 2023		
		Elaborar Justificación y planteamiento del problema	Gonzalo			
		Elaborar Objetivos	Gonzalo- Jostin			
	Capítulo 2	Elaborar Marco teórico referente a la bioeconomía y desarrollo sostenible	Gonzalo			
		Elaborar Marco teórico referente a la política fiscal	Jostin			
		Elaborar Marco teórico referente a la teoría de equilibrio general	Jostin			
	Capítulo 3	Determinar enfoque de la investigación Determinar tipo de investigación Explicar técnicas e instrumentos de investigación	Gonzalo Gonzalo Jostin			
	Definición y aprobación de comité asesor	-	Acercamiento al comité asesor		Gonzalo- Jostin	Agosto 2023- noviembre 2023
			Firmar cartas de compromiso del comité asesor		-	
Repaso de los requerimientos mínimos de la propuesta de anteproyecto para la revisión por parte del comité de trabajos finales			-			
Enviar solicitud de aprobación de comité asesor y propuesta de anteproyecto			Gonzalo- Jostin			
Elaboración anteproyecto	Capítulo 1	Consolidar antecedentes de tipo histórico/contextual	Jostin	Diciembre 2023- mayo 2024		
		Consolidar antecedentes de tipo teórico/metodológico	Jostin			
		Afianzar posicionamiento crítico y línea de lógica de redacción	Gonzalo- Jostin			
		Mejorar el planteamiento del problema	Gonzalo			
		Justificar estudio en términos teóricos, metodológicos, etc.	Gonzalo			
		Concretar específicamente relevancia y pertinencia económico-social del estudio	Gonzalo			
		Consolidar preguntas de investigación	Gonzalo- Jostin			

		Mejorar objetivos en función de la pregunta problema, el tipo de investigación y abordaje teórico	Gonzalo-Jostin	
	Capítulo 2	Consolidar el referente teórico, (Economía Sostenible) en función de la bioeconomía, desarrollo sostenible, política fiscal y teoría de equilibrio general	Gonzalo-Jostin	
		Perfilar el marco teórico con los objetivos y entrelazar todas las categorías analíticas	Gonzalo-Jostin	
	Capítulo 3	Fortalecer redacción del enfoque y tipo de investigación	Gonzalo	
		Adecuar redacción de las fuentes de información y sujeto de la investigación a los objetivos de investigación	Jostin	
		Mejorar matriz metodológica adecuándola a los demás cambios	Gonzalo-Jostin	
Aprobación anteproyecto	Totalidad del documento	Visto bueno del comité asesor	-	Mayo 2024 - agosto 2024
		Correcciones finales	Gonzalo-Jostin	
		Enviar solicitud de aprobación del anteproyecto	-	
		Respuesta del CTFG -aprobación condicionada	-	
		Integración de las observaciones realizadas por el CTFG al documento	Gonzalo-Jostin	
		Visto bueno del comité asesor	-	
		Enviar solicitud de aprobación de anteproyecto	-	
Elaboración TFG en función del anteproyecto aprobado	Desarrollo: Objetivo 1	Aplicación de la entrevista semiestructurada	Gonzalo-Jostin	Agosto 2024-abril 2025
		Sistematizar resultados de la entrevista	Gonzalo-Jostin	
		Revisar documentación existente para la caracterización de la bioeconomía en Costa Rica y elaborar estadísticas de la línea base	Gonzalo-Jostin	
		Sinergia entre la caracterización de la línea base con los resultados de la entrevista para la construcción de los escenarios de política	Gonzalo-Jostin	
	Desarrollo: Objetivo 2	Familiarizarse con el apartado de carga de información y micro simulación del modelo	Gonzalo-Jostin	
		Asociar la cuenta satélite de bioeconomía con la matriz de contabilidad social	Gonzalo-Jostin	
		Integrar las cuentas ambientales (datos del SCAE) al modelo	Gonzalo-Jostin	

		Sistematizar todos los insumos del modelo	Gonzalo-Jostin	
		Aplicar el modelo para el escenario base	Gonzalo-Jostin	
		Aplicar el modelo para los escenarios de política	Gonzalo-Jostin	
		Analizar los resultados de cara al conjunto tripartido de las dimensiones del desarrollo sostenible	Gonzalo-Jostin	
	Desarrollo y conclusiones: Objetivo 3	Consultar redacciones de lineamientos de política referentes al desarrollo sostenible	Gonzalo-Jostin	
		Plantear lineamientos de política dirigidos a la bioeconomía de cara a lo presentado en todas las secciones del documento	Gonzalo-Jostin	
		En listar líneas nuevas de investigación	Gonzalo-Jostin	
		Contrastar la caracterización de la bioeconomía del primer objetivo con respecto a los resultados arrojados por el modelo	Gonzalo-Jostin	
		Conclusiones y recomendación	Gonzalo-Jostin	
	Aprobación TFG y defensa pública	-	Borrador de documento final para revisión del comité	
Integración de observaciones			Gonzalo-Jostin	
Defensa pública			Gonzalo-Jostin	

Capítulo 4. Caracterización de la bioeconomía en Costa Rica

En el presente capítulo se caracteriza la bioeconomía en Costa Rica, detallando particularidades propias relacionadas con (i) su institucionalidad, (ii) elementos económicos y (iii) aspectos energéticos y de emisiones. Estos componentes establecen la línea base sobre la cual parten los escenarios de política, que a su vez utilizan como recurso las respuestas obtenidas de las entrevistas a cuatro expertos. Proporcionando todo lo anterior un marco analítico robusto que sirve de fundamento para en lo que sigue determinar los efectos sociales, ambientales y económicos de una transición hacia la bioeconomía en Costa Rica a partir de incentivos fiscales.

4.1 Caracterización institucional

Históricamente, Costa Rica se ha posicionado como líder en materia ambiental, lo cual se evidencia por diversos hitos relacionados con su institucionalidad. En primer lugar, la implementación del Pago por Servicios Ambientales, iniciado formalmente en 1997, ha sido reconocida internacionalmente como un instrumento innovador y exitoso de conservación ambiental. Este mecanismo, que remunera a propietarios por mantener servicios ecosistémicos como la captura de carbono y la protección del recurso hídrico, se financia parcialmente mediante el impuesto único a los combustibles (Pagiola, 2008).

En segundo lugar, destaca la formulación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB), adoptada por primera vez en 1999 y actualizada en 2016 conforme al Convenio sobre la Diversidad Biológica. Esta estrategia ha permitido institucionalizar una visión ecosistémica, territorial y multisectorial para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, facilitando la trazabilidad de los avances en política ambiental (MINAE, 2016).

Finalmente, el país ha apostado por un modelo de desarrollo ambientalmente responsable mediante el Plan Nacional de Descarbonización 2018–2050. Este plan impulsa una transformación multisectorial orientada hacia una economía resiliente, inclusiva y libre de emisiones netas, reafirmando así el papel de Costa Rica como referente global en sostenibilidad ambiental (Ministerio de Ambiente y Energía, 2019).

Bajo esta tradición de hitos ambientales, Costa Rica consolida su liderazgo con la adopción de la ENB en 2020, alineándose con marcos globales como la Agenda 2030, el Acuerdo de París y el Convenio sobre la Diversidad Biológica y partiendo de tres conceptos orientadores: la descarbonización fósil, la economía circular y la industria 4.0.

La ENB articula el trabajo conjunto de diferentes ministerios y entidades, bajo la coordinación del “Comité Interministerial de Bioeconomía”, reflejando un modelo de gobernanza intersectorial que busca evitar duplicidades y promover sinergias para la innovación, el financiamiento y la creación de capacidades. Además, no solo complementa los esfuerzos previos del país en sostenibilidad ambiental, sino que los

proyecta hacia el futuro mediante un enfoque productivo de alto valor agregado, integrando la ciencia, la biodiversidad y el bienestar humano en el centro de su visión.

Ahora bien, cuando se habla de institucionalidad legal de manera concreta, es en Sánchez (2021) que se presenta cómo la legislación costarricense desde el siglo XX hasta el 2020 se relaciona directa o indirectamente con la bioeconomía, utilizando tres pilares como referencia, (i) biotecnología, (ii) biomasa-bioenergía y (iii) biodiversidad, además de otras relaciones específicas.

En primera instancia, se destaca a la innovación como elemento clave del pilar de biotecnología, resaltando la necesidad de contar con regulación legal en el proceso de mejoras en el uso de los recursos naturales y en la creación de nuevos bio productos, siendo específicamente la industria farmacéutica un área que se vería influenciada por esto.

Se cuenta con al menos diez leyes, cuatro políticas y ciertas acciones alineadas con el mejoramiento de este pilar de la bioeconomía. Sobresalen (i) la Ley 8039 de propiedad intelectual, (ii) la Ley 9234 de investigación biomédica, decreto ejecutivo 40050 MINAE-MAG, “Reglamento de Biocombustibles (2018) y la inversión país en el año 2018 de 1.836 millones de dólares en actividades científica y tecnológicas, fortaleciendo aportes en I&D que sigue siendo algo incipiente en el país.

Del pilar de biomasa-bioenergía se destaca la circularidad como elemento clave, buscando con este concepto fortalecer la legislación para asegurar un flujo sostenible de biomasa. Basados en el papel que tiene este pilar como proveedor de materias primas biológicas, áreas como la de biomateriales se verán inevitablemente involucradas.

Se identifican cinco leyes y seis políticas dirigidas a fortalecer este pilar y para no generar efectos contraproducentes como respuesta de una implementación acelerada de esta legislación, se plantea que los ajustes respectivos deben de introducirse de forma paulatina y controlada. Como ejemplos particulares se menciona a (i) el Plan Nacional de sustitución de plásticos de un solo uso 2017-2021, (ii) la Ley 8839 para la Gestión Integral de Desechos y (iii) el Plan Nacional de Energía 2015-2030.

Por su parte, la biodiversidad como tercer pilar coincide ciertamente en ámbito con los dos pilares anteriores, como elemento clave se destaca la dualidad, ya que al mismo tiempo en que debe buscar su sostenibilidad debe integrar el uso de aquellos avances que vaya generando la innovación, un equilibrio entre conservación y la arista productiva.

Con 14 leyes y 17 políticas es el pilar con mayor consolidación en términos de sustento legal. Sobresalen leyes como (i) la 7788 de biodiversidad, relacionada con la conservación, uso sostenible, equidad y prevención del acervo biológico y recursos naturales, (ii) la 7554 Ley Orgánica del Ambiente, o (iii) la Ley 7317 de Conservación de Vida Silvestre, apuntalando el principio básico de conservación de la bioeconomía.

La arista productiva del pilar no debería de verse limitada por esta legislación, ya que, al facilitar la delimitación física de los diferentes sectores productivos en zonas específicas se logra el objetivo último de la sostenibilidad que busca la bioeconomía (Sánchez, 2021). No se dejan de mencionar aquellas leyes y políticas que se plantean con dirección a influir en la producción, como lo sería (iv) la Política Nacional de Inversión en Saneamiento (de aguas residuales), (v) el Reglamento de Regulación y Operación del Mercado Doméstico de Carbono y (vi) la Estrategia de Producción de Musáceas Bajas en Carbono, Resilientes y Adaptadas al Cambio Climático.

Ya fuera de la generalidad de los pilares, Sánchez (2021) hace énfasis en relaciones más directas de la bioeconomía. Una relación de estas es la que se tiene con el sector agropecuario, en donde se logra sustentar con un marco robusto la bioeconomía referente a este sector a través de legislación como (i) la Estrategia Nacional de Ganadería Baja en Carbono, (ii) Ley 6883 Control, elaboración y expendio de alimentos para animales, (iii) la Ley 8542 de desarrollo, promoción y fomento de la actividad agropecuaria orgánica, (iv) la Ley 7742 Creación del programa de reconversión productiva del sector agropecuario, (v) la Ley 8591 Desarrollo, promoción y fomento de la actividad agropecuaria orgánica.

En conjunto, estos avances reflejan una construcción institucional y legal en donde la sostenibilidad ambiental ha dejado de ser un componente marginal para convertirse en un eje estructurante del desarrollo nacional. La articulación de políticas, leyes y estrategias demuestra no solo una voluntad política sostenida, sino también un entramado normativo que permite viabilizar la bioeconomía desde múltiples dimensiones: conservación, innovación y producción sostenible.

4.2 Caracterización económica

Una vez consideradas las particularidades institucionales, leyes, políticas, planes, estrategias, entre otros; que sustentan el desarrollo de la bioeconomía en Costa Rica, resulta ahora fundamental caracterizarla desde el punto de vista económico, describiendo su estructura, evolución, alcance y detallando su aporte a la economía nacional de 2017 hasta 2021.

En este sentido, la CSB abordó un gran reto al operativizar la definición de la ENB, permitiendo la contabilización de la bioeconomía en Costa Rica y proporcionando información clave para darle seguimiento a su desempeño. La CSB menciona que “los elementos de la definición pueden ser vistos como un sistema interconectado de recursos biológicos, que son gestionados por diferentes actividades económicas de producción y consumo” (Vargas et al., 2022, p. 15). Partiendo de esta visión sistémica, la CSB responde a preguntas clave —¿qué productos bioeconómicos se generan, en qué cantidades y por cuáles actores? — y establece las bases para un análisis más

profundo de la estructura sectorial, las cadenas de valor y los vínculos entre producción, consumo y sostenibilidad ambiental.

4.2.1 Producción

Obviando del análisis al resto de transacciones propias del cuadro de oferta, importaciones, márgenes e impuestos, y de acuerdo con datos del BCCR, el valor bruto de producción (VBP) de la economía en Costa Rica en 2021 fue de aproximadamente 58,5 billones de colones y ha presentado una tasa de variación anual promedio del 4,0% desde 2017.

Considerando que se quiere caracterizar la producción de la bioeconomía se vuelve indispensable poder identificar qué participación tienen tanto los productos bioeconómicos como los no bioeconómicos dentro de cada grupo de productos que establece el modelo IEEM, para una vez hecha esta identificación se puedan clasificar estos 22 grupos en (i) “BE”, (ii) “NBE” y (iii) “Mixto”, según corresponda⁶.

En la siguiente figura se logra identificar que los grupos de productos clasificados como “BE” representan el 17,5% (10.2 billones), los grupos clasificados como “Mixto” el 61,9% (36.1 billones) y los grupos “NBE” el 20,6% (12.0 billones).

⁶ Para conocer el detalle sobre la correspondencia de los grupos en estas clasificaciones consultar sección 3.4.1 “Construcción de equivalencias” en el Capítulo 3 Marco Metodológico.

Tabla 1. VBP de Grupos de productos por clasificación. En porcentajes, año 2021

Clasificación	Grupo	% VBP	Monto VBP
BE	Alimentos, bebidas y tabaco	9,71%	5 680 374
	Agricultura	4,27%	2 498 784
	Ganadería	1,94%	1 133 892
	Suministro de agua y gestión de residuos	1,01%	592 239
	Textiles, cuero y caucho	0,40%	235 351
	Pesca	0,13%	76 407
	Silvicultura	0,05%	29 965
Mixto	Comercio	45,30%	26 489 818
	Industrias manufactureras	8,42%	4 922 088
	Otros servicios	3,68%	2 149 020
	Industria Química	2,77%	1 621 226
	Madera y papel	1,25%	729 218
	Explotación de minas y canteras	0,43%	253 252
NBE	Construcción	7,88%	4 609 848
	Alojamiento y servicios de comida	4,60%	2 690 210
	Administración pública	3,47%	2 031 267
	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire	1,66%	971 727
	Transporte y almacenamiento	1,12%	652 480
	Minerales no metálicos	0,95%	552 845
	Maquinaria y equipamiento	0,92%	535 146
	Vehículos	0,02%	14 011
Petróleo refinado	0,01%	3 722	
Total general		100,00%	58 472 888

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Se centra la atención ahora en los grupos clasificados como “BE” y “Mixto”, de estos se concibe conveniente a su vez solo detallar aquellos grupos más importantes en términos de magnitud de VBP, complementando al final con un análisis de los productos bioeconómicos más relevantes independientemente del grupo y clasificación a la cual pertenezca.

Siguiendo lo anterior, el grupo clasificado como “BE” de mayor importancia en términos porcentuales es “Alimentos, bebidas y tabaco” con el 55,4% (más de 5,6 billones) del VBP. De los 10 productos que más se producen en este grupo “Otros productos alimenticios n,c,p,” es el más importante, representando el 11,6% (659 mil millones de

colones) y compartiendo este listado con otros 9 productos que rondan entre un 10,5 y un 5,2%. Además, englobados bajo el nombre “Resto de productos” y asumiendo un 22,3%, hay 13 productos restantes que completan este grupo, como se muestra en la siguiente figura.

Tabla 2. VBP de productos del grupo “Alimentos, bebidas y tabaco”. En porcentajes y millones de colones, año 2021.

Producto	% VBP	Monto VBP
Otros productos alimenticios n, c,p,	11,6%	658 546
Productos lácteos	10,5%	599 275
Frutas, legumbres y hortalizas en conserva	9,0%	513 752
Productos de panadería y tortillas de trigo y maíz	8,8%	502 621
Aceites y grasas de origen vegetal y animal	8,5%	480 846
Cerveza, malta, bebidas no alcohólicas y agua embotellada	6,4%	364 384
Carne y despojos comestibles de aves	6,2%	350 859
Carne y despojos comestibles de ganado vacuno	6,0%	338 213
Alimentos preparados para animales	5,5%	313 235
Café oro	5,2%	293 356
Resto de productos	22,3%	1 265 288
Total	100,0%	5 680 374

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

De forma muy similar sucede con los grupos de productos clasificados como “Mixto”. El grupo “Comercio” e “Industrias manufactureras”, asumen el 86,9% del VBP de los grupos de productos clasificados de esta manera. Si bien lo anterior es cierto, y recordando que estos grupos clasificados como “Mixto” se conforman con productos categorizados como bioeconómicos como no bioeconómicos, el grupo de productos con participación más proporcional entre estas categorías de productos es el grupo “Industria Química”.

Tabla 3. VBP de grupos de productos clasificados como “Mixto”. En porcentajes y millones de colones, año 2021

Grupo	% VBP	Monto VBP
Comercio	73,2%	26 489 818
Industrias manufactureras	13,6%	4 922 088
Otros servicios	5,9%	2 149 020
Industria Química	4,5%	1 621 226
Madera y papel	2,0%	729 218
Explotación de minas y canteras	0,7%	253 252
Total	100,0%	36 164 622

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Del grupo “Industria Química” el producto bioeconómico que más VBP produce es “Sustancias químicas básicas y abonos, compuestos de nitrógeno, pesticidas y otros productos químicos de uso agropecuario” representando el 19,6% del total (aproximadamente 320 mil millones de colones), le siguen otros 3 productos bioeconómicos todos con más de 11% del VBP de este grupo.

Tabla 4. VBP de productos del grupo “Industria Química”. En porcentajes y millones de colones, año 2021.

Categoría producto	Producto	% VBP	Monto VBP
Productos bioeconómicos	Sustancias químicas básicas y abonos, compuestos de nitrógeno, pesticidas y otros productos químicos de uso agropecuario	19,8%	320 501
	Productos de caucho	11,7%	189 212
	Jabones, detergentes, perfumes y preparados de tocador	11,3%	183 923
	Productos farmacéuticos y medicinales	11,3%	183 761
Productos no bioeconómicos	Productos de plástico	31,8%	514 954
	Pinturas, barnices, revestimientos, tintas de imprenta y masillas	10,7%	172 672
	Fibras artificiales y productos químicos n, c,p	2,5%	40 598
	Plásticos y caucho sintético en formas primarias	1,0%	15 605
Total		100,0%	1 621 226

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Sin dejar de mencionar a los grupos de productos clasificados como “NBE” se muestra en la siguiente tabla que el VBP alcanza los 12 billones de colones, y que los grupos de productos que más destacan de esta clasificación son “Construcción”, “Alojamiento y

servicios de comida” y “Administración pública” acumulando entre estos tres el 77,4% del VBP de esta clasificación, los demás grupos suman el 22,6% restante.

Tabla 5. VBP de grupos de productos clasificados como “NBE”. En porcentajes y millones de colones, año 2021.

Grupo	% VBP	Monto VBP
Construcción	38,2%	4 609 848
Alojamiento y servicios de comida	22,3%	2 690 210
Administración pública	16,8%	2 031 267
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire	8,1%	971 727
Transporte y almacenamiento	5,4%	652 480
Minerales no metálicos	4,6%	552 845
Maquinaria y equipamiento	4,4%	535 146
Vehículos	0,1%	14 011
Petróleo refinado	0,0%	3 722
Total	100,0%	12 061 255

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía

Para complementar este análisis a nivel de clasificaciones y grupos se detalla a continuación los productos bioeconómicos más relevantes independientemente del grupo y clasificación a la cual pertenezcan, resaltando aquí una característica importante del SCN y esta es que un mismo producto puede ser producido por distintas categorías de actividades, ya sea como producción principal o secundaria. Esta particularidad permite hacer un cruce de información entre los productos y actividades, para obtener la participación de cada actividad dentro de los diferentes productos y viceversa.

En 2021, los productos bioeconómicos ascendieron a los 14,5 billones de colones de los cuales el 80,8% los produjeron actividades bioeconómicas, mientras que el 19,2% fue generado por actividades no bioeconómicas.

Tabla 6. VBP de productos bioeconómicos por categoría de actividad. Monto en millones de colones y porcentajes, año 2021.

Categoría bioeconómica	% VBP	Monto VBP
Actividades características de la bioeconomía	78,3%	11 351 076
Actividades características extendidas de la bioeconomía	2,5%	356 414
Actividades no características de la bioeconomía	19,2%	2 790 851
Total	100,0%	14 498 340

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

En relación con los productos bioeconómicos producidos por actividades bioeconómicas (80,8%), no se concentran en un solo bien o servicio. El producto de mayor producción es la “Piña” con más de 735 mil millones de colones, representando el 6,3%, seguida del “Banano” con 5,7%, después “Otros productos alimenticios” 5,6%, hasta llegar a “Carnes y despojos comestible de aves” con un 3,0%. El remanente de productos que mantienen participaciones menores se resume en la categoría "Resto de productos", 74 productos que representan el restante 54,5%.

Tabla 7 Productos bioeconómicos producidos por actividades bioeconómicas. En millones de colones, año 2021

Producto	% VBP	Monto VBP
Piña	735 094	6,3%
Banano	661 592	5,7%
Otros productos alimenticios n, c,p,	658 545	5,6%
Productos lácteos	589 834	5,0%
Frutas, legumbres y hortalizas en conserva	513 752	4,4%
Productos de panadería y tortillas de trigo y maíz	502 621	4,3%
Aceites y grasas de origen vegetal y animal	480 846	4,1%
Papel y productos de papel	471 355	4,0%
Cerveza, malta, bebidas no alcohólicas y agua embotellada	364 384	3,1%
Carne y despojos comestibles de aves	350 859	3,0%
Resto de productos	6 378 610	54,5%
Total	11 707 490	100%

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Con respecto a los productos bioeconómicos, producidos por actividades no bioeconómicas (19,2%), se presenta una participación mucho más centralizada, siendo que el 75,8% se concentra en solo tres productos, (i) “Servicio de suministro de comida y bebidas”, (ii) “Sustancias químicas básicas y abonos, compuestos de nitrógeno,

pesticidas y otros productos químicos de uso agropecuario” y (iii) “Piedra, arena y arcilla”. El sobrante de productos con participaciones menores se recoge en la categoría “Resto de productos”, 25 productos que representan poco más del 2%.

Tabla 8. Productos bioeconómicos producidos por actividades no características de la bioeconomía. En millones de colones, año 2021.

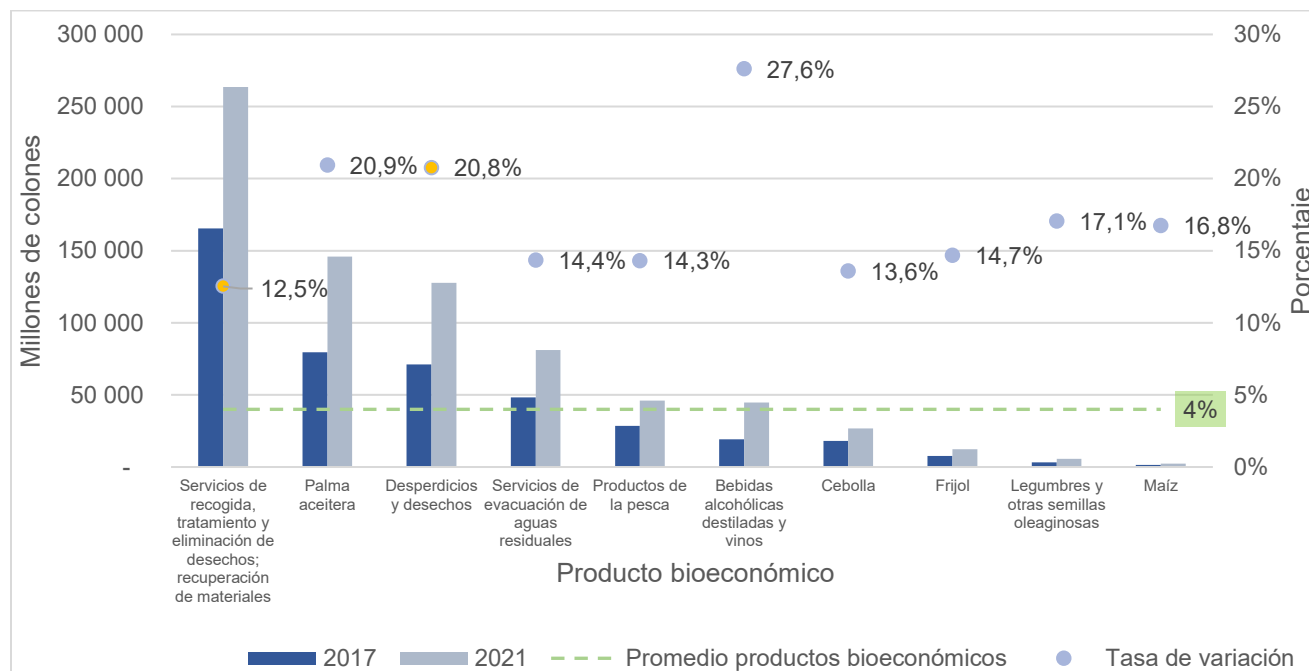
Producto	Monto VBP	% VBP
Servicio de suministro de comida y bebidas	1 604 731	57,50%
Sustancias químicas básicas y abonos, compuestos de nitrógeno, pesticidas y otros productos químicos de uso agropecuario	275 574	9,87%
Piedra, arena y arcilla	235 212	8,43%
Limpieza de edificios y cuidado del paisaje y mantenimiento	228 704	8,19%
Otros productos manufactureros	161 717	5,79%
Servicios de recogida, tratamiento y eliminación de desechos; recuperación de materiales	98 172	3,52%
Desperdicios y desechos	47 322	1,70%
Servicios de bibliotecas, archivos y museos y otros culturales	42 344	1,52%
Agua potable	24 054	0,86%
Servicios de investigación científica y desarrollo	14 900	0,53%
Resto de productos	58 121	2,08%
Total	2 790 851	100%

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

También con la facilidad que da la CSB al brindar información para el periodo 2017-2021 se logra identificar cuales productos bioeconómicos han ganado relevancia, remitiéndose en específico a aquellos productos con una tasa de variación promedio anual mayor al promedio general de 4% durante el periodo 2017-2021.

Destaca en este grupo de productos las “Bebidas alcohólicas destiladas y vinos”, como el producto que obtuvo el mayor crecimiento anual promedio (27.6%) en este periodo. Otra característica notable son los productos característicos extendidos de la bioeconomía que forman parte de este grupo de productos bioeconómicos. Con un 12,5% los “Servicios de recogida, tratamiento y eliminación de desechos; recuperación de materiales” y con un 20,8% el producto “Desperdicios y desechos”, entrando en la posición número 10 y 3 de los productos bioeconómicos con mayor crecimiento promedio en el periodo analizado respectivamente.

Figura 5. Productos bioeconómicos con mayor tasa de variación anual promedio. En millones de colones y porcentajes, periodo 2017-2021



Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

4.2.2 Utilización

Detallada la producción y siguiendo la lógica de la sección anterior, se dará ahora respuesta a preguntas cómo: cuánto, quién y qué se utiliza.

Dejando por fuera del análisis al resto de las transacciones propias del cuadro de utilización, exportaciones, consumo final, formación bruta de capital fijo y variación en existencias, el consumo intermedio (CI) para el año 2021 superó los 26,8 billones de colones, con una tasa de variación promedio de 3,8% desde 2017 conforme a datos del BCCR.

Considerando que se quiere caracterizar la utilización de la bioeconomía de manera análoga al apartado anterior, se identifica entonces que los grupos de actividades clasificados como “BE” representan el 23,5% (6,3 billones), los grupos clasificados como “Mixto” el 46,0% (12,3 billones) y los grupos “NBE” el 30,5% (8,2 billones), como se logra identificar en la siguiente tabla.

Tabla 9. CI de Grupos de actividades por clasificación y categoría de actividad. En porcentajes, año 2021

Clasificación	Grupo	% CI	Monto CI
BE	Alimentos, bebidas y tabaco	15,14%	4 056 369
	Agricultura	4,72%	1 265 065
	Ganadería	2,22%	594 308
	Suministro de agua y gestión de residuos	0,76%	203 565
	Textiles, cuero y caucho	0,46%	123 043
	Pesca	0,19%	50 355
	Silvicultura	0,03%	8 627
Mixto	Comercio	30,99%	8 302 792
	Industrias manufactureras	10,36%	2 775 281
	Industria Química	3,05%	817 165
	Madera y papel	1,55%	416 428
NBE	Transporte y almacenamiento	7,39%	1 981 075
	Construcción	7,13%	1 909 665
	Alojamiento y servicios de comida	4,55%	1 218 539
	Otros servicios	4,29%	1 150 668
	Administración pública	2,30%	615 295
	Maquinaria y equipamiento	1,49%	398 884
	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire	1,17%	312 552
	Minerales no metálicos	1,01%	271 397
	Petróleo refinado	0,68%	182 372
	Explotación de minas y canteras	0,47%	125 591
	Vehículos	0,05%	12 976
Total general		100,00%	26 792 012

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Se centra la atención ahora en los grupos clasificados como "BE" y "Mixto" y al igual que en el apartado de producción, solo se detallará aquellos grupos más importantes en términos de magnitud de CI, añadiendo al final un análisis a las actividades

bioeconómicas más relevantes independientemente del grupo y clasificación a la cual pertenezca.

De los grupos “BE” el que más destaca en términos porcentuales es “Alimentos, bebidas y tabaco” representando el 64,4% (más de 4 billones de colones) del CI para esta clasificación, le sigue “Agricultura” con el 20,1%, “Ganadería” con 9,4% y el 6% restante se reparte entre los demás grupos de esta clasificación.

Tabla 10. CI de grupos de actividades clasificadas como “BE”. En porcentajes y millones de colones, año 2021

Grupo	% CI	Monto CI
Alimentos, bebidas y tabaco	64,4%	4 056 369
Agricultura	20,1%	1 265 065
Ganadería	9,4%	594 308
Suministro de agua y gestión de residuos	3,2%	203 565
Textiles, cuero y caucho	2,0%	123 043
Pesca	0,8%	50 355
Silvicultura	0,1%	8 627
Total	100%	6 301 331

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Del grupo “Alimentos, bebidas y tabaco” la actividad que más CI realiza es “Elaboración y conservación de carne y embutidos de aves, ganado vacuno y porcino y otros tipos de carne” representando el 20,5% del total, siendo aproximadamente 830 mil millones de colones, le siguen “Elaboración de productos lácteos” con el 10,9% llegando hasta “Elaboración de café oro” con 5,2% como se muestra en la siguiente tabla, para que el resto de actividades que mantienen participaciones menores se resuman en “Resto de actividades” con el 22,3%.

Tabla 11. CI de actividades del grupo “Alimentos, bebidas y tabaco”. En porcentajes y millones de colones, año 2021.

Actividad	% CI	Monto CI
Elaboración y conservación de carne y embutidos de aves / Elaboración y conservación de carne y embutidos de ganado vacuno y porcino y otros tipos de carne	20,5%	830 082
Elaboración de productos lácteos	10,9%	443 048
Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	9,8%	397 541
Elaboración de comidas, platos preparados y otros productos alimenticios	9,0%	364 406
Procesamiento y conservación de frutas y vegetales	8,8%	358 922
Destilación, rectificación, mezcla de bebidas alcohólicas y vinos / Elaboración de bebidas malteadas, de malta, bebidas no alcohólicas, aguas minerales, y otras aguas embotelladas / Elaboración de productos de tabaco	8,8%	355 576
Elaboración de productos de panadería y tortillas	7,7%	313 175
Elaboración de café oro	5,2%	209 132
Resto de actividades	19,3%	784 486
Total	100,0%	4 056 369

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

De forma muy similar sucede con los grupos de actividades clasificadas como “Mixto”. Los grupos que más resaltan son “Comercio” e “Industrias manufactureras”, asumiendo prácticamente el 90% del CI de estos grupos. Si bien lo anterior es cierto, el grupo con la participación más equilibrada por categoría de actividad es el grupo “Industria Química”.

Tabla 12. CI de grupos de actividades clasificadas como “Mixto”. En porcentajes y millones de colones, año 2021

Grupo	% CI	Monto CI
Comercio	67,44%	8 302 792
Industrias manufactureras	22,54%	2 775 281
Industria Química	6,64%	817 165
Madera y papel	3,38%	416 428
Total	100%	12 311 667

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Dentro del grupo “Industria Química”, se tiene que las actividades bioeconómicas de este grupo aportan magnitudes similares, siendo que “Fabricación de productos de caucho”, “Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador” y “Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y de productos botánicos” representan un 15,6%; 15,4% y 12,0% respectivamente del total de CI para este grupo.

Tabla 13. CI de las actividades del grupo “Industria Química”. En porcentajes y millones de colones, año 2021

Categoría actividad	Descripción de Actividad	% CI	Monto CI
Actividades características de la bioeconomía	Fabricación de productos de caucho	15,6%	127 789
	Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador	15,4%	125 749
	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y de productos botánicos	12,0%	97 700
Actividades no características de la bioeconomía	Fabricación de plásticos y de caucho sintético en formas primarias / Fabricación de productos de plástico	43,1%	351 956
	Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas	13,9%	113 971
Total		100,0%	817 165

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

De acuerdo con la siguiente tabla, en el grupo de actividades clasificadas como “NBE” el CI llega aproximadamente a los 8,2 billones de colones. Los grupos de actividades que más destacan de esta clasificación son “Transporte y almacenamiento”, “Construcción”, “Alojamiento y servicios de comida” y “Otros servicios” acumulando entre estos cuatro el 76,5% del CI de esta clasificación, dejando el 23,5% para los demás grupos

Tabla 14. CI de grupos de actividades clasificados como “NBE”. En porcentajes y millones de colones, año 2021.

Grupo	% CI	Monto CI
Transporte y almacenamiento	24,2%	1 981 075
Construcción	23,3%	1 909 665
Alojamiento y servicios de comida	14,9%	1 218 539
Otros servicios	14,1%	1 150 668
Administración pública	7,5%	615 295
Maquinaria y equipamiento	4,9%	398 884
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire	3,8%	312 552
Minerales no metálicos	3,3%	271 397
Petróleo refinado	2,2%	182 372
Explotación de minas y canteras	1,5%	125 591
Vehículos	0,2%	12 976
Total general	100,0%	8 179 014

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Para complementar este análisis de la misma manera que en la subsección anterior, se detalla a continuación las actividades bioeconómicas más relevantes independientemente del grupo y clasificación a la cual pertenezcan.

En 2021, el CI de las actividades bioeconómicas ascendió a casi los 7,3 billones de colones, de los cuales el 66,7% correspondió a productos bioeconómicos, mientras que el 33,3% a productos no bioeconómicos.

Tabla 15. CI de actividades bioeconómicas por categoría de producto. Monto en millones de colones y porcentajes, año 2021

Categoría bioeconómica	% CI	Monto CI
Productos característicos de la bioeconomía	55,7%	4 047 126
Productos característicos extendidos de la bioeconomía	11,0%	798 959
Productos no característicos de la bioeconomía	33,3%	2 420 886
Total	100,0%	7 266 971

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Los productos bioeconómicos que utilizan las actividades bioeconómicas (66,7%) no se concentran en un solo bien o servicio. El producto bioeconómico de mayor utilización son las “Sustancias químicas básicas y abonos, compuestos de nitrógeno, pesticidas y otros productos químicos de uso agropecuario” con más de 522 mil millones de colones, representando el 10,8%, seguido del producto “Papel y productos de papel” con 9,5%,

después 6,9% para “Alimentos preparados para animales” hasta llegar a la “Palma aceitera” con un 3%. El restante de productos con participaciones menores se recoge en la categoría “Resto de productos”, 73 productos que representan poco más del 44,1%.

Tabla 16. Productos bioeconómicos utilizados por actividades bioeconómicas. En millones de colones, año 2021

Producto	% CI	Monto CI
Sustancias químicas básicas y abonos, compuestos de nitrógeno, pesticidas y otros productos químicos de uso agropecuario	10,8%	522 435
Papel y productos de papel	9,5%	458 770
Alimentos preparados para animales	6,9%	331 997
Pollo en pie	5,6%	272 628
Servicios de apoyo a la agricultura, la ganadería y actividades postcosecha	4,6%	221 791
Leche cruda	4,3%	208 131
Café en fruta	4,1%	200 062
Ganado bovino	4,0%	192 634
Aceites y grasas de origen vegetal y animal	3,2%	155 571
Palma aceitera	3,0%	146 662
Resto de productos	44,1%	2 135 406
Total	100,0%	4 846 085

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Con respecto a los productos no bioeconómicos, utilizados por actividades bioeconómicas (33,3%). El producto no bioeconómico de mayor utilización es “Productos de plástico” con un 11,5% (277mil millones), le siguen “Transporte de carga” con 9,7%, después 8,8% para “Servicios de publicidad, provisión de espacios de publicidad y estudios de mercado” hasta llegar a “Servicios de reparación e instalación de maquinaria y equipo” que alcanza el 4,5%, para dejar englobado en la casilla de “Resto de productos” 78 productos que significan el 54,2% del restante CI.

Tabla 17. Productos no bioeconómicos utilizados por actividades bioeconómicas. En millones de colones, año 2021.

Producto	% CI	Monto CI
Productos de plástico	11,5%	277 488
Transporte de carga	9,7%	234 682
Servicios de publicidad, provisión de espacios de publicidad y estudios de mercado	8,8%	214 091
Energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	6,5%	157 081
Servicios de consultoría en gestión financiera, recursos humanos, mercadeo, oficinas principales y afines	4,8%	116 957
Servicios de reparación e instalación de maquinaria y equipo	4,5%	108 767
Resto de productos	54,2%	1 311 820
Total	100,0%	2 420 886

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

4.2.3 Valor Agregado

Para poder enlazar a la producción y la utilización se trae a colación al Valor Agregado (VA), el cual es el resultado de la diferencia entre el VBP y el CI. Para 2021 el VA alcanzó los 37,1 billones de colones teniendo una tasa de crecimiento promedio del 4,1% desde 2017. Ahora bien, este VA se reparte entre los grupos clasificados como “BE” en un 11,4%, aproximadamente 4,2 billones de colones, los grupos clasificados como “NBE” en un 28,3%, más de 10,5 billones de colones y los grupos clasificados como “Mixto” en un 60,2%, poco más de 22,4 billones de colones.

De la clasificación “BE”, las actividades que más destacaron para 2021 fueron el “Cultivo de Banano”, “Elaboración y conservación de carnes” y “Cultivo de piña”, con 9,4%, 8,8% y 8% de VA, respectivamente.

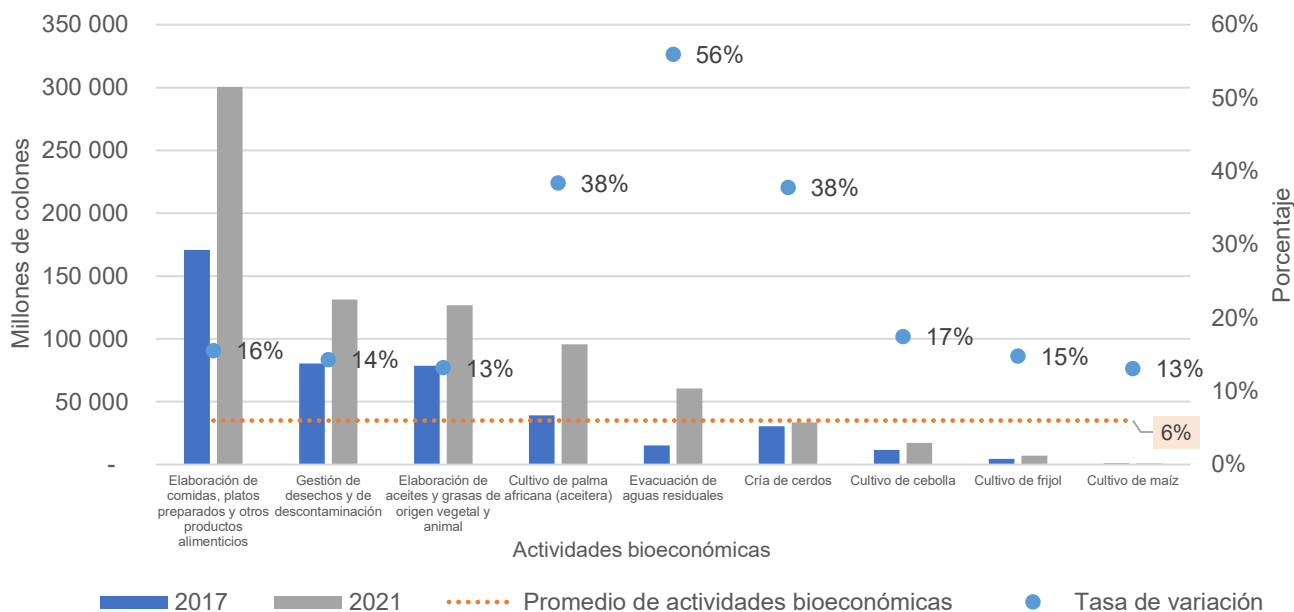
Tabla 18. VA de los grupos “BE” por actividad. En porcentajes y monto en millones de colones, año 2021.

Descripción de Actividad	% VA	Monto
Cultivo de banano	9,4%	399 279
Elaboración y conservación de carne y embutidos de aves / Elaboración y conservación de carne y embutidos de ganado vacuno y porcino y otros tipos de carne	8,8%	375 303
Cultivo de piña	8,0%	338 833
Elaboración de comidas, platos preparados y otros productos alimenticios	7,1%	300 452
Cría de ganado vacuno	6,0%	254 752
Elaboración de productos lácteos	5,6%	235 883
Elaboración de productos de panadería y tortillas	4,3%	183 317
Destilación, rectificación, mezcla de bebidas alcohólicas y vinos / Elaboración de bebidas malteadas, de malta, bebidas no alcohólicas, aguas minerales, y otras aguas embotelladas / Elaboración de productos de tabaco	3,9%	166 318
Procesamiento y conservación de frutas y vegetales	3,9%	164 550
Suministro de agua potable	3,1%	131 503
Gestión de desechos y de descontaminación	3,1%	131 409
Resto de actividades	36,9%	1 566 292
Total	100,0%	4 247 889

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Por su parte, las actividades que presentan una mayor aceleración en el crecimiento de su VA son diferentes a aquellas que tienen un aporte mayor en términos de magnitud. Por ejemplo, la actividad “Evacuación de aguas residuales” ha tenido la mayor tasa de variación anual promedio de esta medida de crecimiento, estando por encima 50 p.p del promedio de las actividades de este grupo (6%).

Figura 6. Actividades bioeconómicas dentro de la clasificación “BE” con mayor tasa de variación anual promedio. En millones de colones y porcentajes, periodo 2017-2021.



Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

En el caso de los grupos “Mixto” presentan una estructura en la cual las actividades bioeconómicas no juegan un papel tan significativo, representando apenas el 3,27% del VA de esta clasificación. En términos de tasas de crecimiento anual promedio de 2017 a 2021, las actividades “Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y de productos botánicos” y “Fabricación de papel y productos de papel” experimentan una tasa de crecimiento del 7%, que, aunque esté 2 p.p por encima del promedio de este grupo, no destacan significativamente.

4.2.4 Empleo

El empleo se considera fundamental para la caracterización de la bioeconomía. Para el año 2021 hubo 2.319.497 personas empleadas. De estas el 78,4% fueron personas asalariadas, el 15% personas empleadas por cuenta propia y el restante 6,7% en otros tipos de empleo.

Ahora bien, cuando segmentamos esta cifra por grupos de actividades, se tiene que en el caso de los grupos clasificados como “BE” estos contribuyen con el 16% del empleo total (aproximadamente de 370 mil personas), los grupos clasificados como “Mixto” aportaron con 47,4% y los grupos clasificados como “NBE” tendrían el restante con el 36,6%. Estas cifras presentan ciertas desviaciones con respecto a su aporte al VA, siendo 11,4%, 60,2% y 28,3%, respectivamente.

Tabla 19. Empleo por clasificación de grupos y categorías de empleo. En porcentajes, año 2021.

Categoría de empleo	BE	Mixto	NBE	Total
Asalariados	11,6%	41,4%	25,4%	78,4%
Cuenta propia	2,6%	4,4%	8,0%	15,0%
Empresarios, empleadores o patronos	1,3%	1,0%	2,1%	4,4%
Otros trabajadores no remunerados	0,1%	0,3%	0,2%	0,5%
Personal de otros establecimientos	0,1%	0,2%	0,3%	0,5%
Trabajadores familiares no remunerados	0,4%	0,1%	0,7%	1,2%
Total por clasificación	16,0%	47,4%	36,6%	100,0%

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Se centra la atención ahora en los grupos clasificado como "BE" y "Mixto", en ese sentido se puede destacar que en 10 actividades de los grupos clasificadas como "BE" se concentra el 61% (226 mil personas, aproximadamente) del empleo asociado a los grupos de esta clasificación, mientras que, el restante 39% (poco menos de 145 mil personas) es generado por el resto de las actividades que conforman los grupos de esta clasificación (41 actividades).

Tabla 20. Empleo de grupos “BE” por categoría de trabajo y actividades. En porcentajes y empleados, año 2021.

Descripción Actividades	Asalariados	Cuenta propia	Resto de empleos	%	Cantidad
Cultivo de banano	13,4%	0,1%	0,0%	13,5%	50 165
Cultivo de piña	7,9%	0,4%	0,4%	8,8%	32 585
Cría de ganado vacuno	4,6%	0,4%	3,3%	8,3%	30 695
Elaboración y conservación de carne y embutidos de aves / Elaboración y conservación de carne y embutidos de ganado vacuno y porcino y otros tipos de carne	4,9%	0,2%	0,2%	5,3%	19 680
Elaboración de productos lácteos	3,5%	1,3%	0,2%	5,0%	18 594
Actividades de apoyo a la agricultura, la ganadería y actividades postcosecha	2,3%	2,1%	0,0%	4,4%	16 192
Elaboración de productos de panadería y tortillas	3,3%	0,5%	0,4%	4,2%	15 515
Cultivo de café	1,9%	0,9%	1,4%	4,2%	15 396
Procesamiento y conservación de frutas y vegetales	3,2%	0,2%	0,3%	3,7%	13 674
Fabricación de prendas de vestir	0,6%	2,8%	0,3%	3,6%	13 527
Resto de Actividades	26,9%	7,3%	4,9%	39,0%	144 753
Total	72,4%	16,2%	11,4%	100,0%	370 776

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Los grupos clasificados como “Mixto” contribuyen la mayor cantidad de empleo, con casi 1,1 millones de personas. Al distribuirse este monto por tipo de actividad, las actividades Bioeconómicas que conforman a estos grupos clasificados como “Mixto” representan apenas el 4%, unas 44 mil personas, resultado ciertamente coherente con su aporte de VA (3,27%).

De nuevo se mantiene que en los grupos “Mixto” el empleo se concentra en los tipos “Asalariados” y “Cuenta propia”. Además, la actividad que más empleo genera es “Fabricación de muebles” con casi 12 mil personas empleadas, las restantes 7 actividades bioeconómicas contribuyen con en un rango de 3 y 5 mil personas empleadas por actividad.

Tabla 21. Distribución por actividad del tipo de empleo de los grupos “BE”.

Descripción Actividades	Asalariados	Cuenta propia	Resto de empleos	%	Cantidad
Fabricación de muebles	7 776	2 006	2 125	27,0%	11 907
Fabricación de papel y productos de papel	6 154	707	-	15,6%	6 861
Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables	3 417	2 965	134	14,8%	6 517
Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y de productos botánicos	4 718	-	240	11,2%	4 958
Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador	3 348	1 057	-	10,0%	4 405
Fabricación de productos de caucho	2 781	259	-	6,9%	3 040
Actividades de investigación científica y desarrollo	6 173	224	-	14,5%	6 397

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Ahora bien, centrándose en los tipos de actividades y aprovechando los datos históricos que brinda la CSB, se puede dilucidar características que no son tan obvias en una primera instancia sobre el empleo. Por ejemplo, en Vargas et al., (2022) se presenta un cuadro con la distribución de diferentes categorías de empleo por tipo de actividad para 2018. Resaltan que, del total de los trabajadores familiares no remunerados, el 70% se concentran en las actividades características de la bioeconomía.

La razón de esto la atribuyen a la importancia social que esta categoría de trabajo tiene en el sector agropecuario, ya que el grueso de las actividades características de la bioeconomía corresponde a actividades agrícolas. Sin embargo, la serie del periodo 2017-2021 revela que esta proporción no es estable a través de los años, de hecho, se reduce, pero este comportamiento no responde a una disminución de los trabajadores familiares no remunerados dentro de las actividades bioeconómicas (alrededor de 9 mil empleados en esta categoría), más bien responde a un aumento muy pronunciado de estos dentro de las actividades no características de la bioeconomía⁷, pasando de 3 513 personas en 2017 a 18 025 personas en 2021. Esta característica deja entrever la

⁷ Las actividades características extendidas de la bioeconomía no presentan Trabajadores familiares no remunerados.

importancia de contar con datos históricos para poder contrastar las cifras y detectar cómo se comportan a través del tiempo.

Tabla 22. Cantidad de Trabajadores familiares no remunerados y su proporción por categoría de actividad. Periodo 2017-2021.

Año	Actividades características de la bioeconomía		Actividades no características de la bioeconomía	
	Nominal	% del total	Nominal	% del total
2017	9 486	72,97%	3 513	27,03%
2018	9 287	70,38%	3 908	29,62%
2019	9 336	67,58%	4 479	32,42%
2020	9 306	37,01%	15 841	62,99%
2021	9 513	34,55%	18 025	65,45%

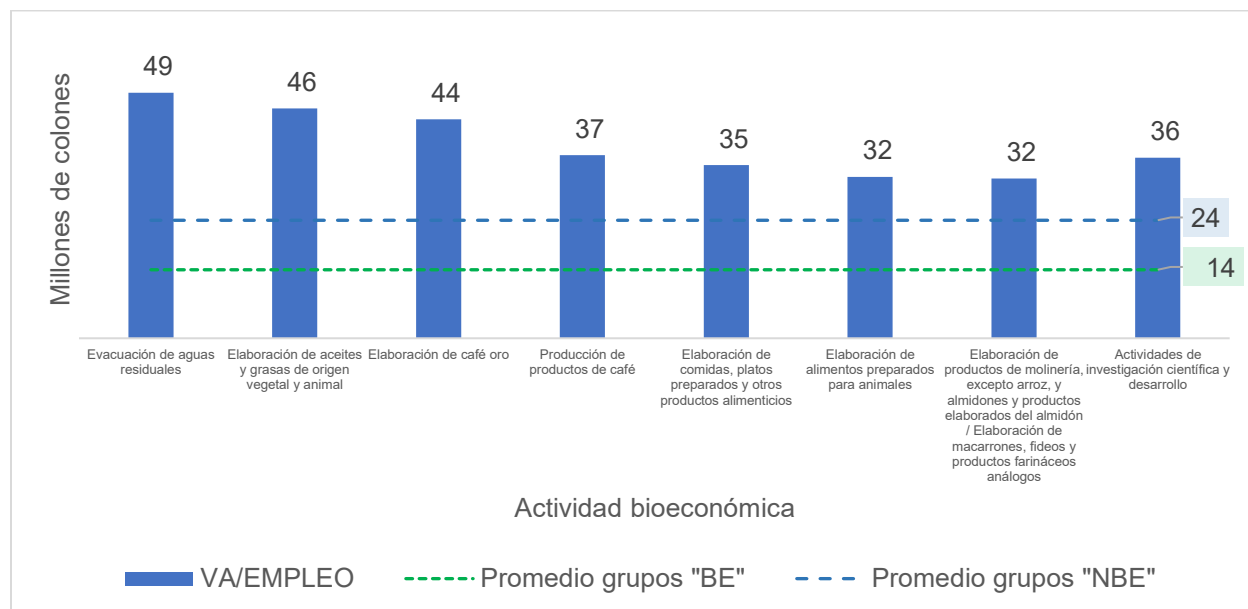
Elaboración propia con datos del BCCR, CSB.

Vargas et al., (2022) relacionan al empleo con el VA, mencionando que la participación en el empleo de las diferentes categorías de actividades es proporcional al VA que estas mismas generan. La publicación no brinda detalles al respecto sobre este vínculo, por tanto, para captar esta relación, se propone un cociente del VA dividido por empleo, una suerte de medida para calcular cuánto valor agregado produce en promedio cada empleado en esa actividad.

Destacan actividades como “Evacuación de aguas residuales” con 49 millones por empleado, “Elaboración de café oro” con 44 millones por empleado, entre otras actividades dentro de los grupos clasificados “BE”, con un cociente muy por encima del promedio para las actividades de esta clasificación.

Cuando se realiza el mismo cálculo para las actividades de los grupos “Mixto” se tiene que la única actividad bioeconómica que se encuentra por encima del promedio (23,7 millones) de este grupo, es “Actividades de investigación científica y desarrollo” con un valor de 36,3 millones por trabajador.

Figura 7. Actividades bioeconómicas con mayor cociente VA/Empleo. En millones de colones, periodo 2021.



Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

4.3 Caracterización energética y de emisiones

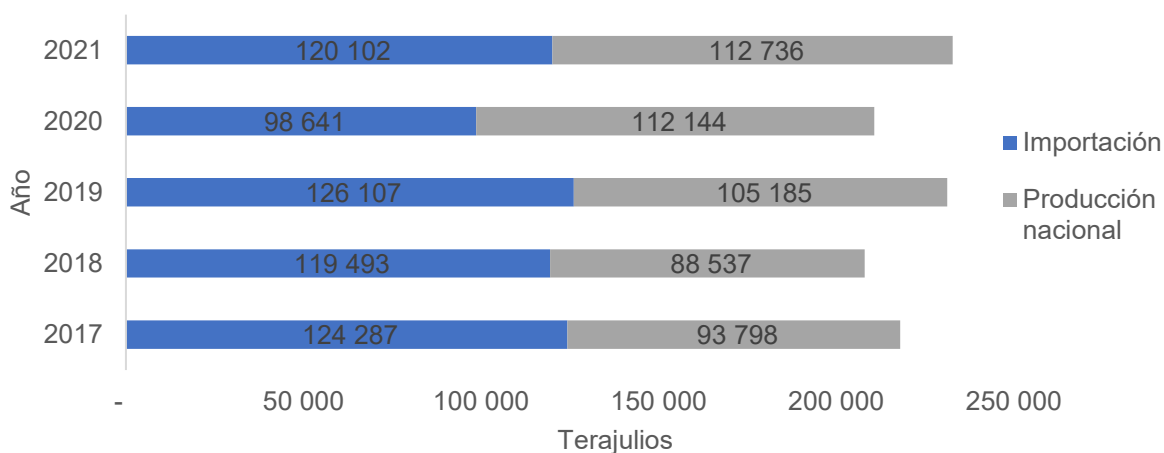
Abordadas la caracterización institucional y económica, se contemplan ahora aquellas particularidades enlazadas con la utilización y producción energética por parte de productos y actividades bioeconómicas, además de detallar sus emisiones. Esto último toma relevancia cuando hacemos referencia al concepto de sostenibilidad que se hace explícito en la definición de bioeconomía operativizada en la CSB.

En este sentido la Cuenta de Energía del BCCR brinda información muy valiosa para poder realizar esta caracterización energética y de emisiones, ya que plantea un COU, ya no monetario sino de flujos físicos de energía, basado en los principios y reglas fundamentales del SCN, lo que permite realizar cruces de información basados en las nomenclaturas NPCR y AECR con la CSB y la MCS 2018, en específico con los grupos que construye el modelo a raíz de esta última.

4.3.1 Producción energética

Se obvia del análisis a los “residuos de la energía” y “otros residuos energéticos” para centrarse en la producción física de “productos energéticos” en Costa Rica. En términos energéticos para 2021 la producción ronda los 233 mil terajulios, con una tasa de variación promedio del 2% desde 2017. Ahora bien, la producción energética se divide en producción nacional o importada, para 2021 representaron el 51,6% (poco más de 120 mil terajulios) y el 48,4% (rozando los 113 mil terajulios) respectivamente.

Figura 8. Producción de productos energéticos por origen. En terajulios, año 2017-2021



Nota: Elaboración propia con datos del BCCR, indicadores de bioeconomía.

Las importaciones de productos energéticos para 2021 se concentran en productos energéticos no renovables, representando el 99,9% del total de importaciones. Destaca el “Diésel”, producto al cual se le atribuye más de un tercio de todas las importaciones de productos energéticos que se realizaron en ese año.

Tabla 23. Importaciones de productos energéticos por tipo de recursos. En terajulios y porcentajes, año 2021

Tipo de recurso	Producto	Terajulios	Participación %	Total %
No renovable	Diésel	46 584	38,79%	99,94%
	Gasolina regular	21 998	18,32%	
	Gasolina super	21 960	18,28%	
	Gas licuado de petróleo	9 576	7,97%	
	Jet fuel	7 790	6,49%	
	Fuel oil	4 331	3,61%	
	Coque	4 091	3,41%	
	Asfaltos	2 645	2,20%	
	Carbón Mineral	675	0,56%	
	MTBE	214	0,18%	
	Residuos derivados fósiles	119	0,10%	
	Av gas	45	0,04%	
Renovable	Carbón Vegetal	53	0,04%	0,04%
	Leña	1	0,00%	
	Alcohol	0,01	0,00%	
Energía Eléctrica	Energía Eléctrica	23	0,02%	0,02%
Calor	Geotermia (calor)	-	0,00%	0,00%
Total		120 102	100,00%	

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR

Por otro lado, la producción nacional de productos energéticos está compuesta en un 45,2% por energía geotérmica; el 37,0% por electricidad; 17,5% de productos renovables y 0,2% de productos no renovables.

Tabla 24. Producción nacional de productos energéticos por tipo de recurso. En terajulios y porcentajes, año 2021

Tipo de recurso	Producto	Terajulios	Participación %	Total %
Renovable	Bagazo	10 181	9,0%	17,5%
	Leña	4 951	4,4%	
	Otros residuos vegetales	2 795	2,5%	
	Alcohol	711	0,6%	
	Cascarilla de café	426	0,4%	
	Carbón Vegetal	25	0,0%	
	Biogás	17	0,0%	
No renovable	Emulsión asfáltica	385	0,3%	0,2%
	Gasóleo	254	0,2%	
	Kerosene	165	0,1%	
	Gasolina regular	44	0,0%	
	Gasolina super	40	0,0%	
Calor	Geotermia (calor)	50 997	45,2%	45,2%
Energía Eléctrica	Energía Eléctrica	41 746	37,0%	37,0%
Total		112 736	100,0%	

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR

Ahora bien, la cuenta de energía asocia cada uno de los productos energéticos con algún producto de la lista NPCR. Como se logra apreciar en el anexo 3, esta nomenclatura de productos es la misma utilizada en la CSB, siendo entonces posible identificar si el NPCR asociado a los productos energéticos de la cuenta de energía es un producto bioeconómico o no bioeconómico. De acuerdo con el ajuste metodológico que se realiza para el producto energético “Biogás”, el cual ahora se asocia al código NPCR 116, este se categoriza como producto bioeconómico.

Hecha esta salvedad metodológica se puede observar que todos los productos energéticos renovables son también productos bioeconómicos según la CSB, y todos los productos energéticos no renovables están asociados a productos no bioeconómicos. Por tanto, en adelante, productos energéticos bioeconómicos y no bioeconómicos se utilizarán como equivalentes de productos renovables y no renovables.

Los productos energéticos bioeconómicos representan más de 19 mil terajulios (Tabla anterior) de la producción nacional de productos energéticos, en su composición tiene como principal producto al “Bagazo”, con 53,3%, la “Leña” el 25,9%, “otros residuos vegetales” con el 14,6% y la categoría “Resto de productos” la cual representa el 6,2% faltante distribuido en otros 4 productos energéticos bioeconómicos.

4.3.2 Utilización energética

Detallada la producción ahora se vuelve la atención sobre la utilización de productos energéticos, la cual asciende alrededor de los 233 mil terajulios para 2021. De acuerdo

con la siguiente tabla, el principal uso de los productos energéticos corresponde a las actividades económicas y el consumo final de los hogares, seguido de las exportaciones y la acumulación, siendo que los dos primeros usos representan un 67,0% y 26,3%, respectivamente.

Tabla 25. Uso de productos energéticos por tipo utilización. En terajulios y porcentajes. Año 2021

Tipo de utilización	Terajulios	Participación %
Uso de actividades económicas	156 026	67,0%
Consumo final hogares	61 349	26,3%
Exportaciones	12 237	5,3%
Acumulación	3 226	1,4%
Total	232 839	100,0%

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR

Con respecto al uso de 156 mil Terajulios por parte de las actividades, se tiene que el 21,9% corresponde a las actividades dentro de grupos clasificados como “BE”, el 11,1% a los grupos “Mixto” y el 67% a los grupos “NBE”.

Tabla 26. Uso energético de actividades económicas por clasificación y grupo. En porcentajes y terajulios, año 2021

Clasificación grupo	Grupo	Terajulios	Participación %	Total
BE	Alimentos, bebidas y tabaco	21 933	14,1%	21,9%
	Agricultura	4 728	3,0%	
	Pesca	3 413	2,2%	
	Ganadería	2 300	1,5%	
	Suministro de agua y gestión de residuos	1 343	0,9%	
	Textiles, cuero y caucho	381	0,2%	
	Silvicultura	81	0,1%	
Mixto	Comercio	10 549	6,8%	11,1%
	Industrias manufactureras	4 384	2,8%	
	Industria Química	1 428	0,9%	
	Madera y papel	915	0,6%	
NBE	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire	54 783	35,1%	67,0%
	Alojamiento y servicios de comida	18 157	11,6%	
	Minerales no metálicos	8 319	5,3%	
	Construcción	7 186	4,6%	
	Transporte y almacenamiento	5 129	3,3%	
	Otros servicios	4 040	2,6%	
	Administración pública	3 153	2,0%	
	Explotación de minas y canteras	2 067	1,3%	
	Petróleo refinado	1 405	0,9%	
	Maquinaria y equipamiento	302	0,2%	
	Vehículos	32	0,0%	
Total		156 026	100,0%	

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR

En relación con la utilización de los grupos “BE” (34 mil terajulios aproximadamente) se tiene que los productos energéticos bioeconómicos representa un 42% (14,3 mil terajulios) y los no bioeconómicos un 58% (19,8 mil terajulios).

Una característica interesante es que no todos los grupos clasificados como “BE” utilizan productos energéticos bioeconómicos, por ejemplo “Suministro de agua y gestión de residuos”, “Textiles, cuero y caucho” y “Pesca”. Por otro lado, la mayoría de la utilización de productos energéticos bioeconómicos recae sobre el sector “Alimentos bebidas y tabaco”.

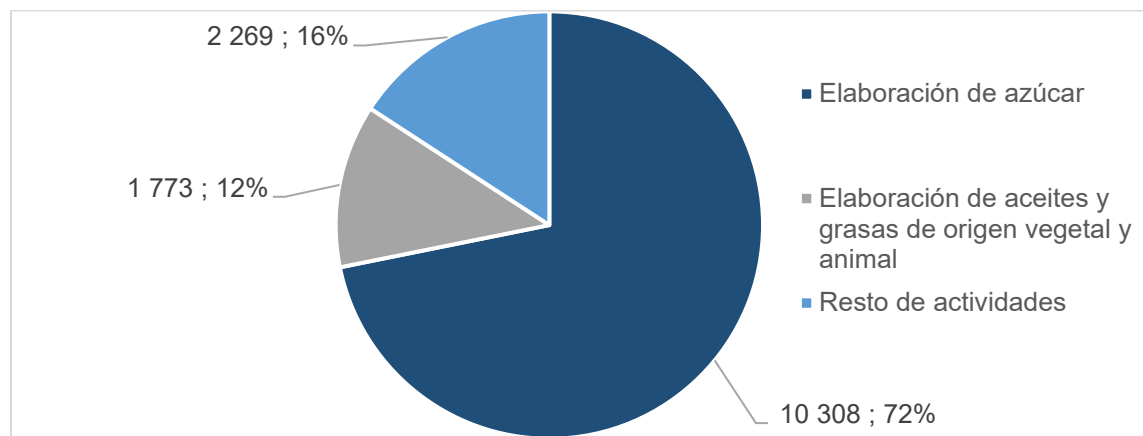
Tabla 27. Uso de productos energéticos bioeconómicos y no bioeconómicos grupos "BE". En terajulios y porcentajes, año 2021

Grupos "BE"	Productos energéticos bioeconómicos	Productos energéticos no bioeconómicos
Alimentos, bebidas y tabaco	13 970	7 963
Agricultura	305	4 423
Pesca	-	3 413
Ganadería	9	2 291
Suministro de agua y gestión de residuos	-	1 343
Textiles, cuero y caucho	-	381
Silvicultura	66	14
Total	14 350	19 827

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR

Del grupo "Alimentos, bebidas y tabaco" que utilizan productos energéticos bioeconómicos, las actividades "Elaboración de azúcar" y "Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal" concentran el 84,2% de este uso energético. La categoría "Resto de actividades" contiene a otras 16 actividades que representan el 15,8% del total del sector.

Figura 9. Uso de productos energéticos bioeconómicos por actividad del grupo “Alimentos, bebidas y tabaco”. En terajulios y porcentajes, año 2021



Nota: Elaboración propia con datos del BCCR

Para el caso específico de la actividad “Elaboración de azúcar”, el bagazo es el producto energético bioeconómico más importante, aun así, esta actividad complementa su matriz de uso energético con productos como el “Alcohol”, “Leña” y “Biogás”, los tres con una participación menor al 1%.

Tabla 28. Uso de productos energéticos bioeconómicos de la actividad “Elaboración de azúcar” por producto. En terajulios y porcentajes, año 2021

Producto	Terajulios	Participación %
Bagazo	10 181	98,8%
Alcohol	72	0,7%
Leña	55	0,5%
Biogás	0,2	0,002%
Total	10 308	100,0%

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR

En cuanto al uso de productos energéticos bioeconómicos por parte de los grupos “NBE” y “Mixto” la “Leña” es el producto principal, abarcando un 50,7% del uso de productos energéticos bioeconómicos, seguido de “Otros residuos vegetales” con un 45,5% y el “Carbón vegetal” con el 3,8%. En estas clasificaciones de grupos solo hay uso de estos tres tipos de productos energéticos bioeconómicos.

4.3.3 Emisiones

La estimación de las emisiones de CO_2 es una aplicación propuesta por el Sistema de Cuentas Ambientales Económicas-Marco Central, estas no se deben confundir con el inventario de emisiones de Costa Rica, BCCR (2019). Es crucial destacar que se distingue entre las emisiones de CO_2 procedentes de la quema de combustibles fósiles, de las emisiones procedentes de la biomasa. Esto porque las emisiones de biomasa son CO_2 biogénico, es decir, forman parte del ciclo natural del carbono y por tanto se deben de remover de las emisiones totales estimadas.

La cuenta de energía tipifica todos los productos energéticos en los tipos “Biomasa”, “Otros residuos vegetales”, “Derivados fósiles” y “Otros”. Los productos energéticos bioeconómicos son tipificados como “Biomasa”, exceptuando los productos energéticos bioeconómicos “Biogás” y “Carbón Vegetal”, que se tipifican como “Otros” y “Otros residuos vegetales” respectivamente.

Las emisiones totales para 2021 de productos energéticos bioeconómicos ascienden a 1.708.772 toneladas de CO_2 , ahora las emisiones sin el componente biogénico serían 9 227 toneladas. O sea, el 99,5% de las emisiones de productos energéticos bioeconómicos se remueven de la cuenta total de emisiones por ser CO_2 biogénico. En la práctica se utilizarán a los productos energéticos bioeconómicos como equivalente de biomasa, asumiendo esa salvedad del 0,5% tipificado como “Otros” y “Otros residuos vegetales”.

Las emisiones para el año 2021 ascendieron a 9,3 millones de toneladas de CO_2 , las actividades económicas representaron el 64,65% y el consumo final de los hogares con 35,35%. Ahora bien, ajustado por CO_2 biogénico (excluyendo los productos energéticos bioeconómicos/biomasa) tenemos que las actividades representan el 60,8% y el consumo final de los hogares el 39,2%, de unas emisiones, que alcanzan los 7,6 millones de toneladas.

Tabla 29. Emisiones de CO₂ por clasificación y grupo de actividades económicas. En porcentajes y toneladas, año 2021

Clasificación	Grupo	Participación %	Toneladas de CO ₂	Total
BE	Alimentos, bebidas y tabaco	5,3%	401 814	14,4%
	Agricultura	3,7%	277 894	
	Pesca	3,1%	237 209	
	Ganadería	1,7%	130 692	
	Suministro de agua y gestión de residuos	0,5%	36 990	
	Textiles, cuero y caucho	0,2%	14 024	
	Silvicultura	0,0%	1 001	
Mixto	Comercio	4,9%	374 600	8,7%
	Industrias manufactureras	2,8%	214 420	
	Madera y papel	0,5%	38 578	
	Industria Química	0,4%	33 249	
NBE	Alojamiento y servicios de comida	16,5%	1 252 937	37,7%
	Minerales no metálicos	7,8%	596 725	
	Construcción	4,0%	304 045	
	Administración pública	2,4%	184 666	
	Transporte y almacenamiento	2,1%	158 403	
	Explotación de minas y canteras	1,8%	140 171	
	Otros servicios	1,4%	104 483	
	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire	1,2%	92 635	
	Petróleo refinado	0,4%	29 822	
	Maquinaria y equipamiento	0,1%	3 840	
Vehículos	0,0%	314		
Consumo final de hogares		39,2%	2 984 499	39,2%
Total			7 613 013	100,0%

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR

Centrándose meramente en la clasificación “BE”, se observa que los grupos que más emisiones realizaron en 2021 fueron “Alimentos, bebidas y tabaco”, “Agricultura”, “Pesca” y “Ganadería”, en conjunto constituyen el 95,3% de las emisiones, el restante 4,7% se reparten en los tres grupos restantes de esta clasificación.

Estos grupos “BE” generan emisiones a partir de distintos productos energéticos, aunque si se encuentra bastante concentrado, en especial por el producto energético “Diésel” que tiene una concentración de casi el 80%, le siguen “Fuel oil” con un 9,4% y la “Gasolina regular” con 6%.

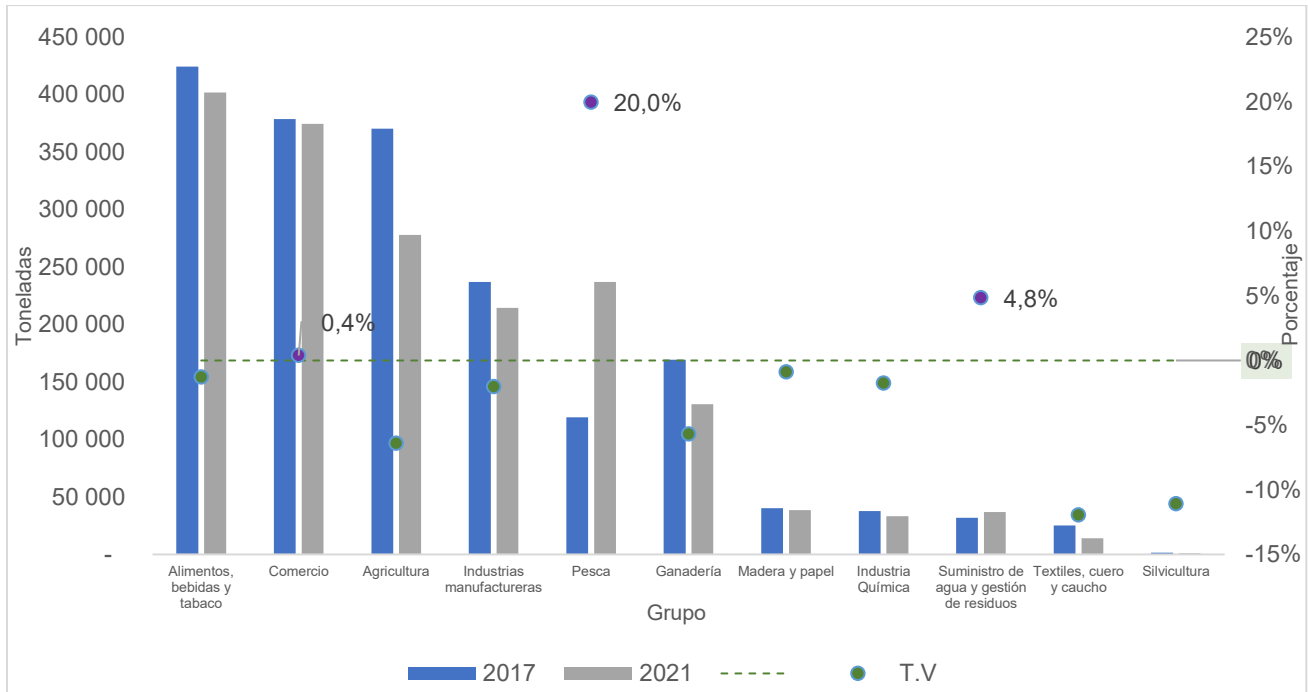
Tabla 30. Emisiones de los grupos "BE" por producto energético. En porcentajes y toneladas de CO₂.

Grupo	Alimentos, bebidas y tabaco	Agricultura	Pesca	Ganadería	Resto de grupos "BE"	Total	Participación %
Diésel	275 488	254 021	229 957	63 791	48 160	871 416	79,2%
Fuel oil	100 244	3 204	-	-	-	103 448	9,4%
Gasolina regular	3 073	11 448	6 866	42 646	2 086	66 120	6,0%
Resto de productos energéticos	23 009	9 221	386	24 255	1 769	58 641	5,3%
Total	401 814	277 894	237 209	130 692	52 016	1 099 625	
Participación %	38,4%	26,5%	22,6%	12,5%	5,0%		100,0%

Nota: Elaboración propia con datos del BCCR

En última instancia una característica llamativa sobre las emisiones es determinar su desarrollo, en este caso los grupos "BE" y "Mixto" estuvieron en su gran mayoría con una tasa de variación anual promedio negativa de 2017 a 2021, lo que nos indica que han mejorado sus emisiones de productos energéticos no bioeconómicos, en ese sentido la mejora se puede deber a una sustitución por productos energéticos bioeconómicos o una reducción bruta de los no bioeconómicos. Más allá del de la causa de esta tendencia, cabe espacio para realizar el mismo ejercicio, pero esta vez con los grupos no bioeconómicos.

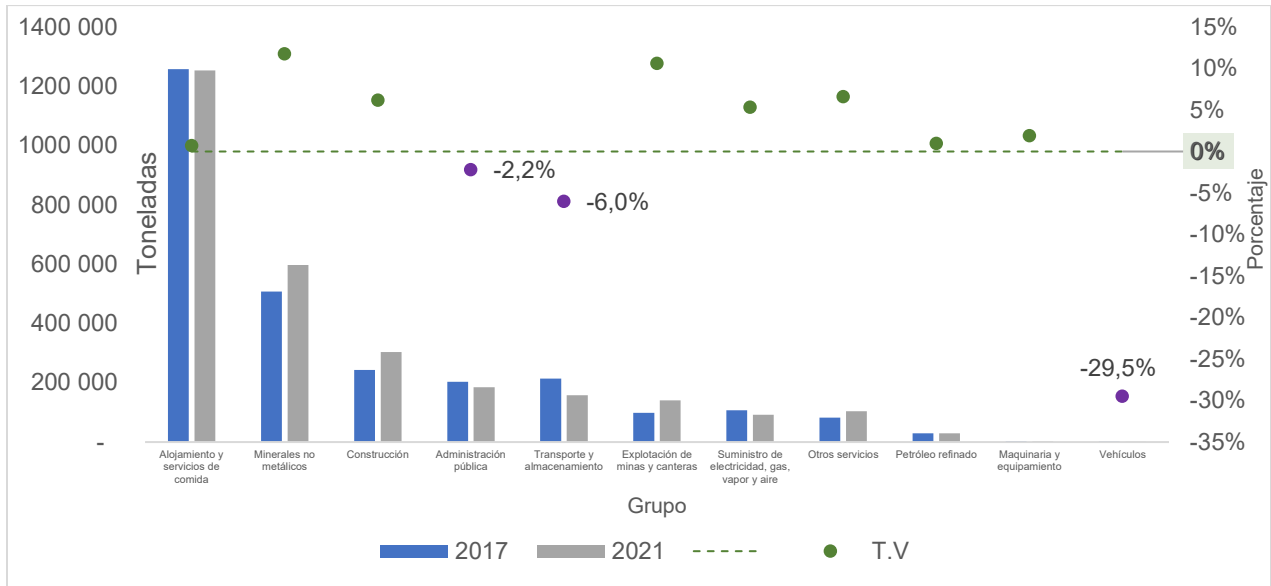
Figura 10. Emisiones de los grupos “BE” y “Mixto” y su tasa de variación promedio anual. En toneladas de CO₂ y porcentajes, periodo 2017-2021



Nota: Elaboración propia con datos del BCCR

Al contrario del caso anterior, la mayoría de los grupos “NBE” obtuvieron una tasa de variación anual promedio positiva, además de que en los casos que no ocurría de esta manera, como con el grupo “vehículos” se no habla de magnitudes importantes en términos de emisiones brutas en comparación con sus pares.

Figura 11. Emisiones de grupos "NBE" y su tasa de variación promedio anual. En toneladas de CO₂ y porcentajes, periodo 2017-2021.



Nota: Elaboración propia con datos del BCCR

Capítulo 5. Análisis de los efectos sociales, ambientales y económicos.

En esta sección del análisis se tiene como objetivo estimar y evaluar las repercusiones económicas, sociales y ambientales en el marco del modelo de equilibrio general aplicado IEEM.

Para ello (i) se actualiza el escenario base, ya que la MCS utilizada por el modelo corresponde a la del año 2018 (última disponible), y por tanto diversas variables macroeconómicas deben de ser actualizadas al 2024 para proyectar un escenario base coherente con la realidad económica observada hasta ese año, (ii) se establecen las reglas de cierre tanto para el escenario base como para los escenarios de política asegurando la coherencia macroeconómica del modelo y permitiendo evaluar con precisión los efectos de las políticas simuladas, y (iii) se comparan los resultados obtenidos en los escenarios de política fiscal con respecto al escenario base, estimando las repercusiones, sobre las tres dimensiones de la sostenibilidad, al promover, o no, la bioeconomía en Costa Rica.

5.1 Especificaciones del modelo

5.1.1 Actualización del año base

El proceso de actualización permite que el escenario base refleje de manera más precisa la evolución esperada de la economía costarricense. Específicamente, se actualizan variables macro, indicadores sociales y variables fiscales, a 2024.

Tabla 31. Variables actualizadas a 2024

Variables	Fuente
Tasas de crecimiento del PIB a precios constantes, índice de precios del consumidor (IPC), tipo de cambio, promedio de tasa de interés real de la deuda interna y externa	Banco Central de Costa Rica
Ingresos y gastos corrientes, deuda interna y externa como porcentaje del PIB.	Ministerio de Hacienda
Tasas desempleo, pobreza, pobreza extrema y desigualdad (medida a través del coeficiente de Gini)	INEC

Nota: Elaboración propia.

5.1.2 Condiciones de cierre del modelo – Escenario Base

Las reglas de cierre determinan cómo se equilibra la economía y cómo interactúan las variables exógenas y endógenas. Esto se realiza para la determinación del sistema ya

que se tiene más variables endógenas que ecuaciones estructurales independientes, al hacer exógenas ciertas variables se iguala el número de incógnitas y ecuaciones.

A continuación, se describen las reglas de cierre establecidas en IEEM para el escenario base.

- **Dinámica**

Para la generación de un escenario base alineado con las proyecciones macroeconómicas actuales, se utiliza la versión dinámica del modelo que establece el supuesto de que la trayectoria de referencia de la economía se termina imponiendo una tasa exógena de crecimiento del PIB, mientras que la productividad total de los factores (PTF) se modela como variable endógena.

- **Cierre fiscal y fuentes de financiamiento gubernamental**

El saldo fiscal (déficit), se absorbe mediante financiamiento extranjero, es decir, deuda externa. Esto permite que el gobierno no modifique en cada período las tasas impositivas ni el gasto para estabilizar la economía.

Por otro lado, los ingresos fiscales recaudados por las diferentes fuentes se fijan como exógenas, ligadas a la evolución del PIB (los impuestos de renta, al consumo, IVA, cargas sociales, exportaciones, importaciones, transferencias externas y a los factores crecen a la par de la actividad económica).

Esta configuración por defecto permite que los ingresos y gastos se ajusten de forma proporcional al crecimiento económico, estabilizando la participación relativa de dichas variables con el PIB.

- **Cierre ahorro-inversión y comportamiento no gubernamental**

El equilibrio entre el total de ahorro e inversión se garantiza mediante financiamiento interno, de manera que un exceso de inversión sobre el ahorro privado se traduce en un incremento del endeudamiento interno. Esto enfatiza la relevancia del mercado de crédito doméstico absorbiendo la demanda de fondos.

- **Medición de la pobreza, desigualdad y bienestar**

Para permitir realizar un análisis de los impactos distributivos de los escenarios de política simulados se elige el enfoque de la distribución logarítmica y la medición de la pobreza, a través del ingreso, así se tiene una mejor aproximación de los cambios de la cola inferior, es decir, los ingresos más bajos.

- **Dinámica del capital y tasa de retorno**

La velocidad de reubicación del capital entre grupos de actividades es de 0,5. Esto implica que, en cada período, solo la mitad de la brecha entre la asignación óptima y la

asignación actual se corrige, graduando la convergencia y evitando ajustes instantáneos. Esta movilidad de capital refleja los costos de ajuste y la inercia en las decisiones de inversión.

Además, para la tasa de retorno por defecto es de 0.12, esta orienta la asignación de recursos hacia grupos más o menos rentables.

- **Reglas de equilibrio en el mercado de factores**

El grado de movilidad y el empleo de cada factor condicionan la capacidad de la economía para ajustarse a choques y cambios de políticas. El factor trabajo se rige por un mecanismo de desempleo con salarios flexibles, mientras que el capital y ciertos recursos naturales son específicos del sector, lo cual limita su reasignación.

Tabla 32. Reglas de cierre en el mercado de factores

Factor	Cierre	Descripción
f-lab (trabajo)	4	Trabajo móvil con desempleo y salario endógeno
f-cap (capital)	2	Factor completamente empleado y específico de sector (no móvil).
f-cultivos (tierra agrícola)	1	Factor plenamente empleado y perfectamente móvil entre cultivos.
f-ganadería (tierra ganadera)	1	Factor plenamente empleado y perfectamente móvil entre grupos ganaderos.
f-forestería	1	Factor completamente empleado y perfectamente móvil en actividades forestales
f-pesca	2	Factor completamente empleado y específico de sector (no móvil)
f-ext(extractivos)	2	Factor completamente empleado y específico de sector (no móvil).

Nota: Elaboración propia.

5.1.3 Condiciones de cierre del modelo – Escenarios de política

Los escenarios de política fiscal mantienen las mismas reglas de cierre descritas anteriormente para el escenario base, excepto que, se modifica la regla de cierre de fuentes de financiamiento del gobierno vinculadas al impuesto sobre la renta a las actividades y las relacionadas con el IVA. Esta modificación implica que las recaudaciones por estos impuestos no varíen con el nivel de la actividad económica estrictamente, sino que la trayectoria sea exógena. De esta manera, se captura el efecto directo de las políticas fiscales propuestas, aislando con mayor precisión las

repercusiones. Por otra parte, la tasa de crecimiento del PIB, a partir del 2025 se convierte en endógena, con lo cual la dinámica del crecimiento responde a los efectos de las políticas.

5.1.4 Escenarios de política fiscal

A continuación, se expone una síntesis de las respuestas proporcionadas por los expertos consultados con el propósito de reforzar y ajustar los escenarios de política fiscal planteados en el apartado metodológico. Las personas entrevistadas brindan una perspectiva amplia, sobre las oportunidades, retos y condiciones necesarias para que las políticas públicas puedan impulsar la bioeconomía de manera efectiva.

En el Anexo 5 se proporciona un resumen de las repuestas suministradas por las personas expertas que han sido consultas. Tal y como se indicó en el apartado metodológico, las preguntas están distribuidas en tres bloques, a saber, (i) conceptual, (ii) fiscal, e (iii) impactos económicos y sociales.

A continuación, se destacan y entrelazan los principales aportes que realizaron los expertos en los bloques señalados:

5.1.4.1 Bloque aspectos conceptuales

Los expertos coinciden en que la bioeconomía representa una oportunidad para un desarrollo económico sostenible, estrechamente vinculado con el aprovechamiento de recursos biológicos y la implementación de estrategias de economía circular. Sin embargo, enfatizan en la necesidad de superar las barreras de información, concentración de mercados y mejorar la coordinación institucional para consolidar la implementación.

Mencionan que la bioeconomía requiere una sinergia entre las tres dimensiones de la sostenibilidad, lo cual es complejo. Además, existe una percepción de que lo ambiental y lo social no siempre conservan una sinergia positiva.

5.1.4.2 Bloque Política Fiscal

Los expertos mencionan que la reducción de impuestos, tanto al IVA como al ISR, enfrenta desafíos de sostenibilidad fiscal. Sin embargo, se considera que, existiendo la voluntad para realizarlo, deberían diseñarse políticas de forma sectorial, y que se vean acompañadas de instrumentos complementarios para que sean adecuadas en el mediano y largo plazo. Destacan que la sostenibilidad fiscal, aunque puede verse comprometida en el corto plazo debido a la erosión fiscal de la base imponible, a mediano y largo plazo, el aumento en la actividad económica podría compensar esta reducción.

Además, se menciona la importancia de la definición clara de los sectores beneficiados por los incentivos fiscales, evitando generalizaciones que distorsionen la economía y se vea más bien se vea construido un incentivo perverso. Recomiendan más que reducir simplemente una tasa, tratar de incorporar tasas diferenciadas de ISR, incorporar

regímenes especiales, como el de tributación simplificada. Y en el caso del IVA no hacer distorsiones de disminución o eliminación en el proceso común (deducción o descuento) se plantea más bien un sistema de devoluciones respectivas dada la trazabilidad que se puede realizar por medio de comprobantes electrónicos.

5.1.4.3 Bloque Impactos Económicos y Sociales

Se remarca que la transición a la bioeconomía puede generar mayor crecimiento económico, encadenamientos productivos, empleo, e incluso mayor recaudación de ingresos fiscales en el mediano y largo plazo. Sin embargo, se advierte sobre los riesgos de una distribución desigual de los beneficios exacerbando las desigualdades. Se debe considerar la capacidad de carga ambiental de los grupos productivos, ya que un crecimiento no planificado podría generar, presiones sobre los recursos naturales.

Ahora bien, una transición hacia la bioeconomía requiere la reestructuración de procesos productivos y consumo intermedio, incentivando la sustitución de insumos fósiles por alternativas bioeconómicas. En este contexto, y considerando la caracterización y los aportes de los expertos consultados se modelan dos tipos de políticas fiscales para fomentar la bioeconomía utilizando IEEM:

A. Política fiscal del lado de la oferta: Incentivos a la producción bioeconómica (ISR_BE)

Esta política se centra en la disminución del impuesto sobre la renta en 2 p.p , afectando directamente los costos operativos de las empresas, lo cual genera incentivos para aumentar la producción, invertir en factores de la producción y tecnología.

En específico, una mayor rentabilidad neta y tasa de retorno, estimula la inversión aumenta la producción demandando a su vez, más insumos intermedios y valor agregado por medio de factores, mejorando las remuneraciones factoriales.

B. Política fiscal del lado de la demanda: Incentivos a la sustitución de insumos fósiles (IVA_BE)

Desde la demanda, se propone incentivar la sustitución de insumos fósiles en los procesos productivos por insumos biológicos, mediante la reducción del IVA en 2 p.p. El objetivo es hacer más competitivos estos insumos al disminuir su precio relativo, y con ello, fomentar su uso en todos los grupos.

Este escenario parte de la literatura analizada y específicamente de la sección “Emisiones”, en donde se muestra que los productos energéticos bioeconómicos (Bagazo, Otros residuos vegetales, Cascarella de café, biogás, entre otras) tienen un margen amplio para ser el sustituto de aquellos recursos no renovables, principalmente los fósiles.

La siguiente tabla presenta los resultados esperados de los escenarios de política fiscal planteados, enmarcados en las dimensiones económica, social y ambiental. Cada escenario considera mecanismos de transmisión específicos que afectan a distintos agentes económicos, incluyendo los grupos productivos, los hogares, el gobierno y el sector externo.

Tabla 33. Resultados esperados según los mecanismos de transmisión

Dimensión		Escenario 1: Reducción de ISRBE (oferta)	Escenario 2: Reducción de IVABE (demanda)
Económica	Sector productivo	(i) Disminución del impuesto sobre la renta genera menores costos, incentivan la inversión y tecnología en los grupos "BE".	(i) Reducción de IVA disminuye los precios relativos de productos bioeconómicos
		(ii) Incremento en la producción, mayor demanda de factores de producción (VA) y consumo intermedio.	(ii) Incremento en el consumo intermedio y final de productos bioeconómicos
			(iii) Cambio en los coeficientes técnicos.
	Gobierno	(i) Reducción de ingreso fiscales, compensada con deuda externa	(i) Reducción de ingreso fiscales, compensada con deuda externa (ii) La reducción de ingreso fiscales es parcialmente compensado por mayor actividad económica
		(ii) Mayor recaudación de cargas sociales y disminución de transferencias	
		(iii) Parcialmente compensado por mayor actividad económica	
Sector externo	(i) Incremento en exportaciones de productos bioeconómicos por mayor competitividad en costos	(i) Incremento en exportaciones de productos bioeconómicos por mayor competitividad en costos	
	(ii) Sustitución de insumos fósiles importados por bioeconómicos nacionales.	(ii) Sustitución de insumos fósiles importados por bioeconómicos nacionales.	
Social	Ingresos	(i) Mayor ingreso laboral	(i) Mayor ingreso laboral
		(ii) Baja pobreza, Gini.	(ii) Baja pobreza, Gini.
	Empleo	(i) Generación de empleos directos e indirectos.	(i) Generación de empleos directos e indirectos.
Ambiental	Uso de recursos	(i) Incremento en la demanda de tierra	(i) Incremento en la demanda de tierra
		(ii) Incremento de la demanda de agua.	(ii) Incremento de la demanda de agua.
	Emisiones	(i) Remuneración de emisiones excluyendo biomasa.	(i) Disminución de las emisiones excluyendo biomasa.

Nota: Elaboración propia

5.2 Análisis de resultados de la simulación

A continuación, se explican los resultados obtenidos a partir de la simulación de los dos escenarios de política fiscal descritos en el subapartado anterior. Para brindar mayor comprensión de los resultados obtenidos, estos se muestran en dos partes: (i) se analiza la estructura económica sectorial actualizada del año base; (ii) se muestra los resultados de las simulaciones, realizando una comparación entre los dos escenarios de política con respecto al escenario base. Esta comparación se realiza presentando las diferencias en desvíos porcentuales.

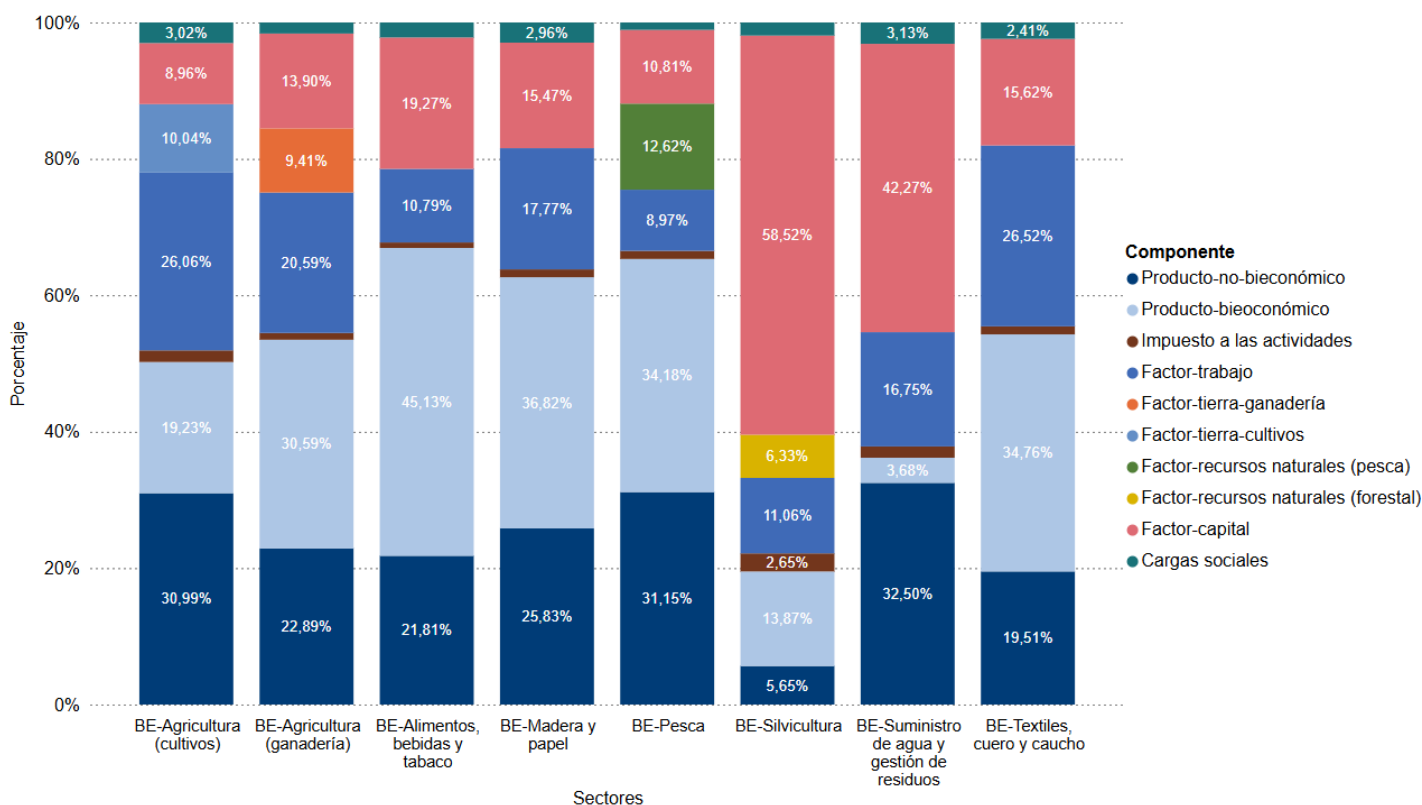
5.2.1 Escenario base

En esta sección se presenta la estructura económica del escenario base, actualizada al año 2024, abarcando la estructura de costos, la demanda de insumos bioeconómicos y la composición sectorial.

El análisis de la estructura de costos de las actividades económicas permite anticipar la reacción ante cambios en los precios relativos. La siguiente figura muestra esta estructura para las actividades bioeconómicas, resaltando que el impuesto sobre la renta (*tax-act*) representa 1,24% en promedio del total de costos. Asimismo, se observa que el uso de insumos bioeconómicos varía significativamente entre actividades, siendo suministro de agua y gestión de residuos la que menos utiliza estos insumos con 3,68%. Este resultado indica que, para fomentar efectivamente la bioeconomía podría resultar más relevante implementar incentivos dirigidos a la sustitución directa de insumos bioeconómicos, que ajustes marginales en la carga tributaria del impuesto sobre la renta.

Por otro lado, se destaca la intensidad en el uso de factores productivos como trabajo, capital y suelo; especialmente la alta intensidad laboral, lo que indica que incrementos en la producción podrían generar aumentos importantes en la demanda de trabajo, con efectos directos sobre el empleo y la distribución del ingreso.

Figura 12. Estructura de costos de las actividades bioeconómicas por componente.

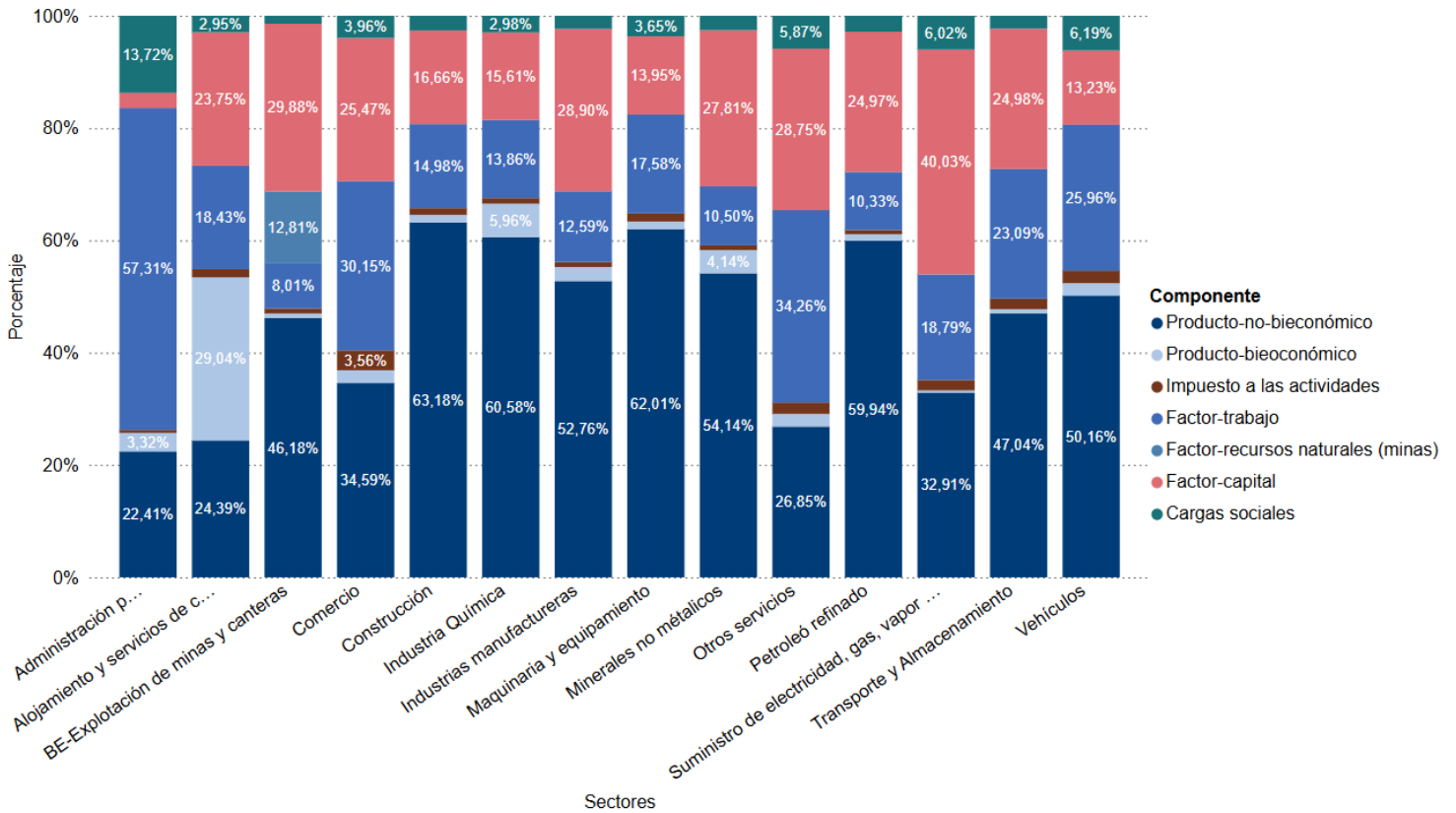


Nota: Elaboración propia.

A su vez, se muestra en la siguiente figura la estructura de costos de las actividades no bioeconómicas, para estas actividades el énfasis es el consumo intermedio bioeconómico, ya que con el escenario de IVA_BE, este se podría incentivar.

En este grupo de actividades quienes presentan una mayor proporción de insumos bioeconómicos en su estructura son las actividades de alojamientos y servicios de comida, la industria química y manufacturera.

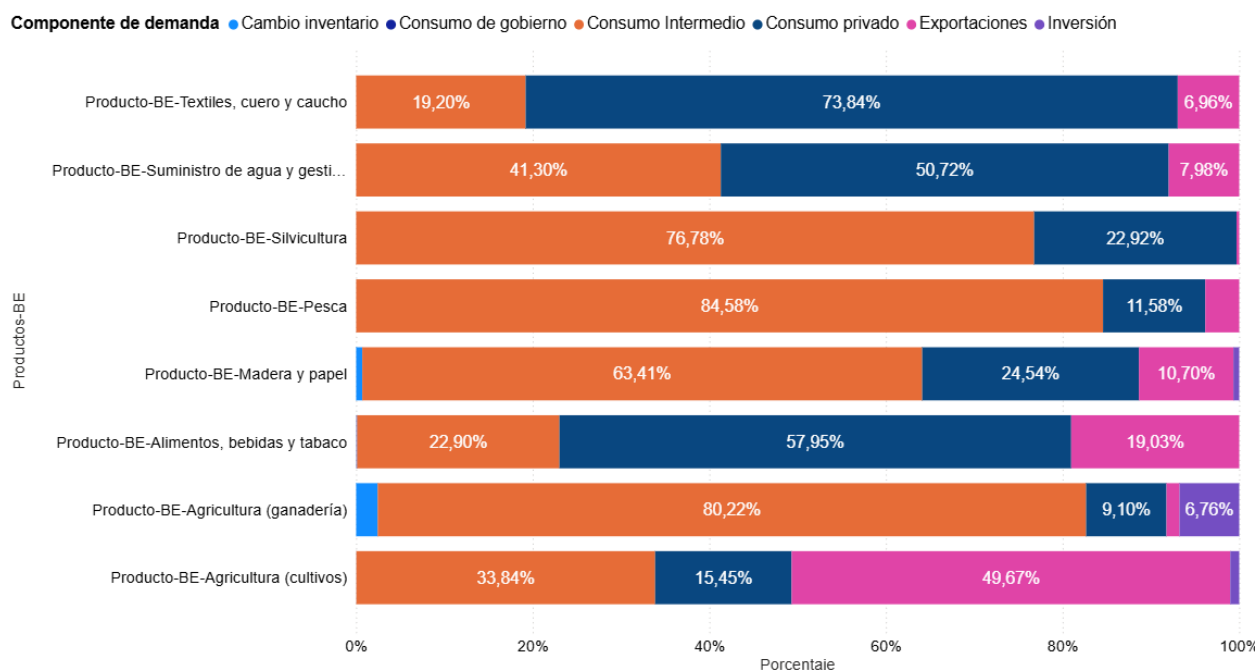
Figura 13. Estructura de costos de los grupos no bioeconómicos por componente



Nota: Elaboración propia.

En el caso de los productos bioeconómicos, su demanda no se limita únicamente al consumo intermedio de las actividades económicas, sino que también proviene de otros agentes para diferentes propósitos, tales como el consumo privado, la inversión, las exportaciones y las importaciones. La siguiente Figura muestra cómo esta demanda se distribuye según el tipo de uso para cada producto bioeconómico y revela una marcada heterogeneidad.

Figura 14. Composición de la demanda total de productos bioeconómicos



Nota: Elaboración propia.

Por ejemplo, en los sectores de pesca, ganadería y silvicultura, más del 75% de la producción se destina a consumo intermedio (84,58%, 80,22% y 76,78%, respectivamente), lo cual indica que gran parte de su producción sirve como insumo para otras industrias. En contraste, los productos de textiles, cuero y caucho, así como los de alimentos, bebidas y tabaco, la mayor proporción de su demanda es de consumo privado.

En el caso de los cultivos, una proporción significativa de la producción se destina a la demanda externa, lo que atribuye a este sector mayor participación en las exportaciones, mientras que dentro de la ganadería se observa que la inversión concentra una parte muy relevante de la demanda total. Esto refleja la necesidad de reinvertir en activos productivos, como la cría de ganado reproductor o mejoras en infraestructura.

Cuando se analiza la composición sectorial, los productos bioeconómicos representan aproximadamente el 25,94% de las exportaciones totales, el 12,10% del valor agregado (VA) de la economía, un 18,53% del empleo (medido como la proporción de la fuerza laboral dedicada a la producción de estos bienes) y el 20,71% de las importaciones. La Tabla que se incluye a continuación detalla la participación relativa de cada producto en cada uno de estos indicadores. Estas métricas resultan fundamentales para comprender la importancia relativa de cada producto bioeconómico en la economía nacional y sirven como referencia al analizar los efectos de las políticas fiscales.

Tabla 34. Participación relativa de productos bioeconómicos en indicadores

Productos-BE	Empleo	Exportaciones	Importaciones	Valor Agregado
Producto-BE-Agricultura (cultivos)	8,7	11,73	3,13	3,17
Producto-BE-Agricultura (ganadería)	3,25	0,14	0,09	1,49
Producto-BE-Alimentos, bebidas y tabaco	4,12	11,67	8,92	4,75
Producto-BE-Madera y papel	1,09	1,39	4,44	0,84
Producto-BE-Pesca	0,09	0,03	0,10	0,07
Producto-BE-Silvicultura	0,06	0	0	0,09
Producto-BE-Suministro de agua y gestión de residuos	0,71	0,31	0	0,93
Producto-BE-Textiles, cuero y caucho	0,47	0,67	4,02	0,33
Total	18,49	25,94	20,7	11,67

Nota: Elaboración propia

En síntesis, al describir la estructura de costos, la demanda final y la composición sectorial de la economía haciendo énfasis en las actividades y productos bioeconómicos, se establecen las bases necesarias para anticipar cómo reaccionará el sistema económico ante los diferentes escenarios de política fiscal que se simularán. Sobre este escenario base. La siguiente sección presenta los resultados derivados de dichas simulaciones.

5.2.2 Resultados a partir de los escenarios de política fiscal

Los resultados de las simulaciones se presentan organizados en las tres dimensiones de la sostenibilidad, lo cual ofrece un análisis integral de los efectos de la transición hacia la bioeconomía.

Primero, en la **dimensión económica** se evalúa el impacto de las políticas en el sector productivo, el gobierno y a nivel macroeconómico. Segundo, en la **dimensión social**, el análisis se centra en la distribución del ingreso, la evolución del empleo y la incidencia en la pobreza. Finalmente, en la **dimensión ambiental**, se evalúa el uso de recursos naturales y la cantidad de emisiones de CO_2 .

Este enfoque integral posibilita una visión holística de las repercusiones de la transición hacia la bioeconomía, facilitando la identificación de sinergias y compensaciones entre los objetivos del desarrollo sostenible.

5.2.3 Dimensión económica

5.2.3.1 Sector productivo

5.2.3.1.1 Consumo intermedio (CI)

Los resultados indican que el consumo intermedio (CI) total de productos bioeconómicos aumenta en el escenario de la reducción del IVA (IVA_BE), mientras que en el escenario de la disminución de renta (ISR_BE) se observa una reducción.

En el escenario base, el CI de productos bioeconómicos como porcentaje del PIB (CI/PIB) representa 13,86% en 2024, 13,64% en 2030 y 13,13% en 2050. En las simulaciones, el CI/PIB en el escenario IVA_BE aumenta 0,01% en 2030 y 2050. Por su parte, en ISR_BE, disminuye en 2030 y 2050 en 0,03% y 0,01%, respectivamente. En la siguiente tabla se muestran los cambios en el CI a nivel desagregado en los productos bioeconómicos.

Tabla 35. Desviación porcentual en la participación relativa del CI en la demanda total, según producto bioeconómico y escenario.

Productos (CI)	Escenarios:	Base		ISR_BE		IVA_BE	
	2024	2030	2050	2030	2050	2030	2050
Be-Agricultura (cultivos)	36,56	40,95	58,48	-0,04	-0,01	0,1	0,15
Be-Agricultura (ganadería)	80,17	80,03	79,1	0,02	0,03	0,04	0,1
Be-Alimentos, bebidas y tabaco	23,34	23,92	26,07	-0,01	-0,02	-0,1	-0,14
Be-Madera y papel	62,74	61,95	60,29	-0,72	-0,03	-0,05	-0,06
Be-Pesca	84,08	83,65	82,45	-0,01	-0,02	0,02	-0,01
Be-Silvicultura	74,82	73,23	71,33	0,02	-	0,05	0,05
Be-Suministro de agua y gestión de residuos	40,68	39,9	36,63	-0,03	-0,06	0,01	0,02
Be-Textiles, cuero y caucho	19,47	19,82	20,82	-	0,01	-0,08	-0,12

Nota: Elaboración propia.

Estos resultados indican que la incorporación de elementos bioeconómicos en los procesos productivos aumenta o disminuye de forma heterogénea según el escenario.

En la sección “caracterización económica de la bioeconomía” del objetivo 1, se aprecia que el CI de los productos bioeconómicos se da en actividades tanto bioeconómicas como no bioeconómicas. Para comprender esta heterogeneidad en los resultados es fundamental analizar el CI de los grupos que los comprenden y comparar el impacto de ambas políticas tanto para ISR_BE, como IVA_BE.

La política ISR_BE en todo el horizonte no contribuye en general a un mayor CI de productos bioeconómicos en las actividades no bioeconómicas. Sin embargo, se destaca

un desvío positivo en las actividades de industria química y manufacturera, construcción, y, transporte y almacenamiento. Por su parte, en todas las actividades bioeconómicas se da un desvío positivo por encima del 1%.

Por otro lado, en IVA_BE se dan desvíos positivos del CI con una magnitud mayor, producto del efecto directo en los precios relativos. En las actividades no bioeconómicas destaca el aumento de las mismas actividades industria química y manufacturera, construcción, y, transporte y almacenamiento. Por su parte, en las actividades bioeconómicas destaca el mayor CI de textiles, cuero y caucho, siendo 5,13% en 2030 y 7,01% en 2050. En contraste, la actividad suministro de agua y gestión de residuos, pesca y silvicultura muestran un desvío negativo en el CI respecto al año base.

Dentro del CI, es importante señalar el efecto que se presenta en la sustitución del uso de derivados fósiles por productos bioeconómicos energéticos, los resultados muestran que en el escenario IVA_BE el CI de estos productos disminuye en 0,03% en 2030 y 0,02% en 2050, mientras que en ISR_BE aumenta en promedio 0,03% con una tendencia constante. Este hallazgo ilustra el grado en que los insumos fósiles ceden espacio frente a opciones bioeconómicas, siendo la sustitución de los insumos fósiles crucial para la transición de la sostenibilidad.

5.2.3.1.2 Inversión

La inversión de capital desempeña un papel fundamental en la transición hacia la bioeconomía, dado que una mayor asignación de recursos puede facilitar la adopción de tecnologías y procesos sostenibles. Los resultados muestran que, en ambos escenarios de política la inversión en las actividades bioeconómicas aumenta con respecto al escenario base, mientras que en las actividades no bioeconómicas se reduce.

En la siguiente tabla se muestra la desviación porcentual de la inversión en las actividades bioeconómicas para ambos escenarios. En ISR_BE, la inversión es mayor y relativamente uniforme entre las distintas actividades, convergiendo a una desviación cercana a 0,2% en el largo plazo. Por el contrario, en IVA_BE, se observa una variabilidad más marcada entre las actividades.

Tabla 36. Desviación porcentual de la inversión, según actividades económicas y escenario.

Actividades	Escenarios:			
	ISR_BE		IVA_BE	
	2030	2050	2030	2050
Actividades bioeconómicas (Be)	1,64	1,62	0,65	1,22
Be-Agricultura (cultivos)	0,33	0,24	0,19	0,21
Be-Agricultura (ganadería)	0,19	0,21	0,17	0,28
Be-Alimentos, bebidas y tabaco	0,10	0,15	0,17	0,31
Be-Madera y papel	0,25	0,15	-0,12	-0,16
Be-Pesca	0,25	0,26	0,46	0,49
Be-Silvicultura	0,29	0,26	-0,07	-0,06
Be-Suministro de agua y gestión de residuos	0,10	0,15	-0,21	-0,35
Be-Textiles, cuero y caucho	0,13	0,20	0,51	0,82
Actividades no bioeconómicas	-1,00	-1,21	-3,23	-5,38

Nota: Elaboración propia.

Este comportamiento se explica, en parte, por la participación relativa del impuesto sobre la renta y el CI bioeconómico en la estructura de costos. Este impuesto tiene una contribución menor en los costos totales, por lo que su reducción produce un efecto positivo, pero menos pronunciado. En cambio, el IVA suele representar una fracción más significativa y variada de los costos, lo que explica por qué su disminución genera una respuesta más marcada en la dinámica de inversión. Las actividades no bioeconómicas muestran una reducción de la inversión en ambos escenarios, de mayor magnitud en el largo plazo y en IVA_BE.

5.2.3.1.3 Nivel de actividad

En ambos escenarios de políticas el nivel de actividad (el valor bruto de producción) presenta un desvío porcentual positivo para las actividades bioeconómicas y negativo para las actividades no bioeconómicas.

Dentro de las actividades bioeconómicas, en línea con los demás resultados, se observa que en el escenario ISR_BE el desvío porcentual es 0,21% en promedio, relativamente constante y con poca varianza entre actividades. Mientras que el IVA_BE muestra una mayor variabilidad, las actividades que presentan un mayor desvío positivo en el nivel de actividad son: textiles, cuero y caucho, mientras que suministro de agua y gestión de residuos, silvicultura y agricultura cultivos muestran cifras negativas hacia 2050.

Tabla 37. Desviación porcentual del nivel de actividad, según actividades económicas y escenario.

Actividades	Escenarios:			
	ISR_BE		IVA_BE	
	2030	2050	2030	2050
Actividades bioeconómicas (BE)	1,08	1,49	1,54	2,06
Be-Agricultura (cultivos)	0,34	0,24	-0,26	-0,20
Be-Agricultura (ganadería)	0,22	0,20	0,17	0,29
Be-Alimentos, bebidas y tabaco	0,11	0,16	0,17	0,32
Be-Madera y papel	0,15	0,20	-0,13	-0,17
Be-Pesca	0,25	0,25	0,46	0,49
Be-Silvicultura	0,29	0,26	-0,07	-0,08
Be-Suministro de agua y gestión de residuos	0,11	0,16	-0,21	-0,35
Be-Textiles, cuero y caucho	0,14	0,21	0,71	0,89
Actividades no bioeconómicas	-0,88	-1,08	-0,96	-1,48

Nota: Elaboración propia.

Los tres grupos de actividades que en IVA_BE presentan un desvío negativo en la inversión, también lo muestran en el nivel de actividad. Estas son: silvicultura, cultivos, suministro de agua y gestión de residuos, debido a que dentro de sus estructuras de costos hay un menor porcentaje de CI de productos bioeconómicos.

5.2.3.2 Gobierno

A continuación, se presenta el análisis correspondiente al agente gobierno, en concreto, se examina la evolución de los ingresos, gastos, balance primario, y la deuda externa; con el propósito de determinar cómo las políticas propuestas repercuten en las finanzas públicas.

Es importante recordar que la regla de cierre establecida para las simulaciones determina que el gobierno recurre al financiamiento externo para cubrir la brecha entre los ingresos y los gastos.

5.2.3.2.1 Escenario ISR_BE

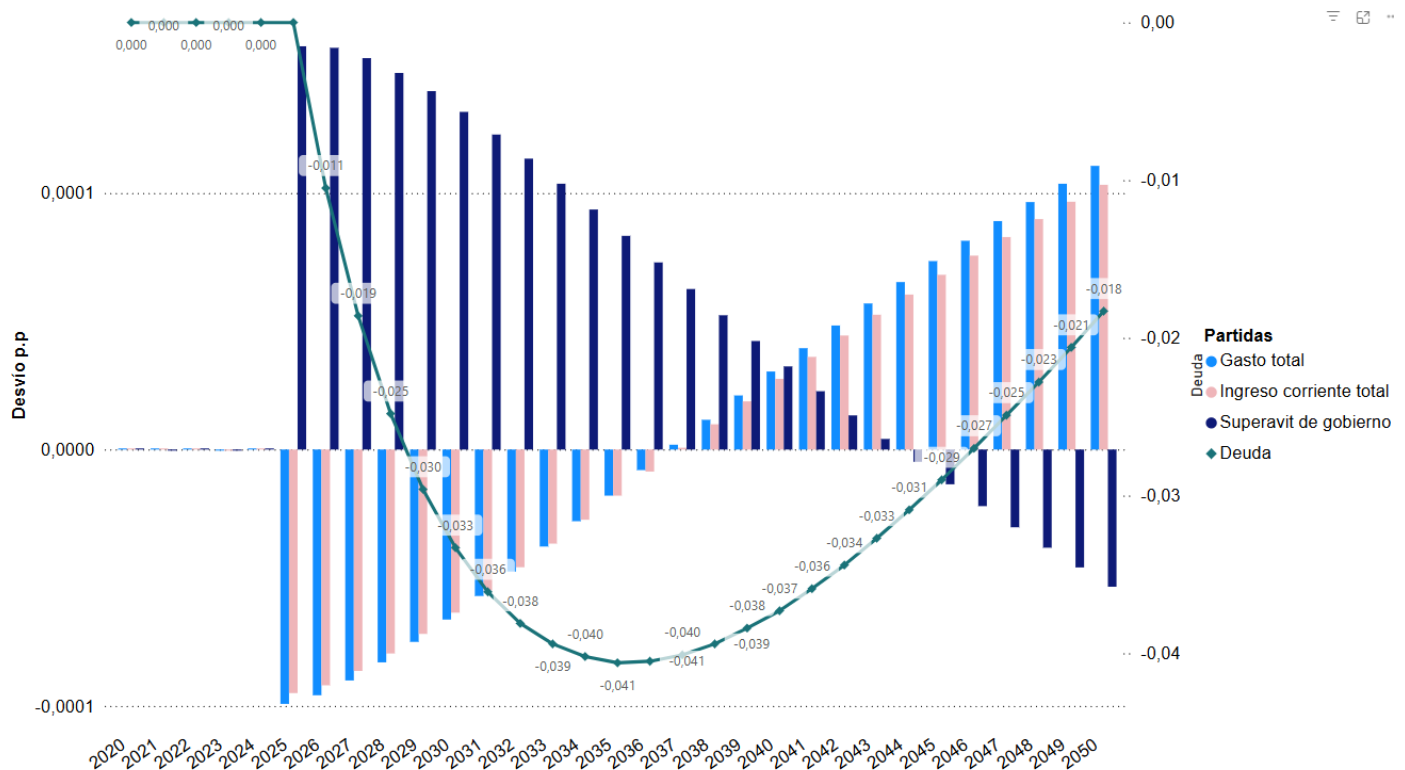
Los resultados de este escenario reflejan que de 2025 a 2037 hay una reducción en la recaudación de los ingresos en los distintos tipos de impuestos. Por ende, en el ingreso corriente (exceptuando el desvío positivo en la recaudación de los impuestos a las exportaciones) en 2030 se presenta un desvío de -0,0012% en *tax-act*, -0,031% en iva y -0,0026% en el ingreso total. Sin embargo, de 2038 a 2050 el desvío es positivo.

En la siguiente figura se observa un desvío negativo del gasto total realizado por el gobierno, siendo mayor a la reducción de la recaudación. En el año 2025 es de -0,01%,

la cifra negativa se mantiene hasta 2036; posterior a esta fecha el desvío es positivo, reflejando que el gasto total aumenta en contraste con el año base, siendo en 2050 una diferencia de 0,0015%.

Relacionado con lo anterior, se muestra un desvío positivo en el balance primario que se mantiene hasta 2043, posterior a este año se observa uno negativo de 0,0053% en 2050. Por su parte, la deuda externa presenta una disminución en todo el período de análisis, alcanzando su punto más bajo en 2035, con un desvío de -0,041%.

Figura 15. Desviación porcentual de las partidas presupuestarias del Gobierno.



Nota: Elaboración propia.

En este escenario se presenta una reducción marcada en el corto y mediano plazo de los ingresos fiscales recaudados. Sin embargo, la compensación de la reducción mayor del gasto de gobierno provoca un pequeño superávit que se traduce en una disminución de la deuda, posterior al 2037 la dinámica de los ingresos y gastos cambia, lo que conlleva un mayor déficit al final del periodo. Debido a esto, la deuda presenta cifras negativas en todo el horizonte.

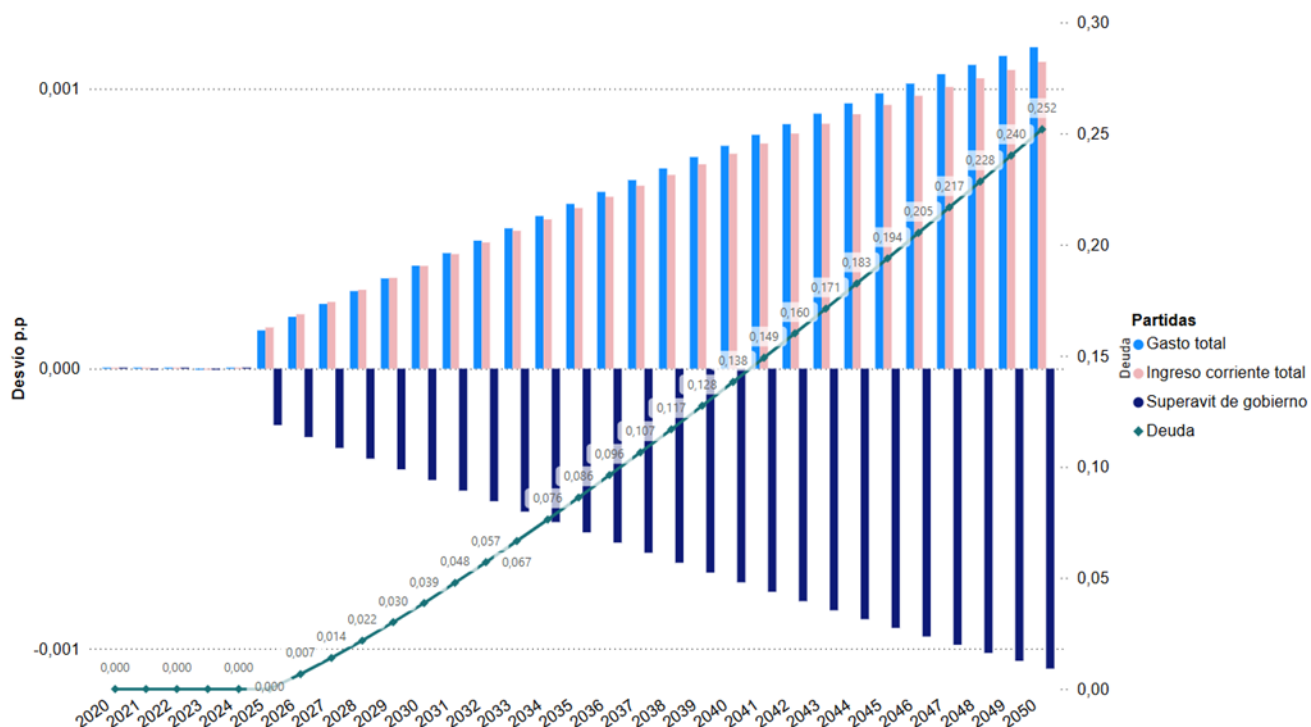
5.2.3.2.2 Escenario IVA_BE

En este escenario los ingresos corrientes se desvían positivamente en la mayor parte del periodo. Esto se debe a que a pesar de la disminución del IVA su recaudación crece en 2,08% en 2030 y 0,0029% en 2050; asimismo, el ingreso percibido por el impuesto sobre la renta aumenta en 1,40% y 0,17%, en 2030 y 2050, respectivamente.

En lo que respecta al gasto total, este aumenta con una tendencia constante, superior a los ingresos corrientes, en el año 2050 el desvío llega a ser poco más de 0,001%. Esto conlleva a un desvío negativo en el balance primario; en el 2030 de 0,0003%, y en 2050 aproximadamente 0,001%.

Tomando en consideración que el aumento del gasto es mayor al aumento de los ingresos corrientes, la deuda muestra un desvío positivo con una tendencia al alza, en 2030 es de 0,04%, llegando hasta 0,025% en 2050.

Figura 16. Desviación porcentual de las partidas presupuestarias del Gobierno.



Nota: Elaboración propia.

Se observa una respuesta inmediata en los ingresos corrientes, ya que la reducción del IVA afecta directamente los precios de bienes y servicios, estimulando la demanda

interna y la actividad económica a corto plazo. Sin embargo, este estímulo se acompaña de un aumento gradual del gasto público que, al no ser compensado completamente por el incremento en la recaudación, deriva en un mayor endeudamiento. Estos hallazgos subrayan la importancia de evaluar la combinación y el equilibrio de las finanzas públicas, ya que una reducción impositiva que favorece el crecimiento productivo debe ir acompañada de medidas de ajuste que aseguren la sostenibilidad de las finanzas públicas a largo plazo.

5.2.3.3 Resultados macroeconómicos

A continuación, se presentan los efectos agregados de los dos escenarios fiscales diseñados para impulsar la bioeconomía: ISR_BE e IVA_BE. Para cada escenario se muestran las desviaciones porcentuales de las variables macroeconómicas incluidas en IEEM, en los horizontes 2030 y 2050.

Los resultados de la tabla posterior muestran que ISR_BE genera efectos macroeconómicos pequeños en 2030, con una ligera contracción del consumo de gobierno y una caída marginal del PIB, contrarrestada por ligeros aumentos en consumo privado, exportaciones e inversión.

En el año 2050, el único cambio relevante es el aumento de las importaciones, mientras que los demás indicadores permanecen sin cambios pertinentes. Esto confirma que, dada la baja participación relativa del impuesto sobre la renta en la estructura de costos de las actividades bioeconómicas, su reducción descarta ajustes significativos en la asignación de recursos en la economía. Lo anterior se confirma por el alza notable en importaciones a largo plazo, sugiriendo una pérdida de competitividad relativa que no se compensa con el pequeño estímulo a la actividad interna.

En contraste, el IVA_BE presenta una respuesta de mayor magnitud y más heterogénea. Para 2030, se observa una caída marcada del consumo de gobierno y una contracción de las exportaciones e importaciones, pero, simultáneamente, el consumo privado crece y la inversión se eleva, traduciéndose finalmente en un modesto incremento del PIB de 0,005%.

Al año 2050, el desvío porcentual es mayor, confirmando la tendencia de los efectos. La inversión aumenta 0,150%, el consumo privado 0,061% y el PIB 0,007%, mientras que las importaciones las exportaciones caen 0,035% y 0,031%, respectivamente.

Tabla 38. Desviación porcentual en indicadores macroeconómicos, según escenario.

Indicadores macroeconómicos	Escenarios:			
	ISR_BE		IVA_BE	
	2030	2050	2030	2050
Consumo de gobierno	-0,020	-0,010	-0,040	0,004
Consumo privado	0,005	0,005	0,065	0,061
Exportaciones	0,005	-0,007	-0,013	-0,031
Importaciones	0,002	0,160	-0,018	-0,035
PIB	-0,001	-0,001	0,000	0,000
Inversión	0,124	0,211	0,037	0,052

Nota: Elaboración propia.

En síntesis, ambos escenarios de política fiscal muestran impactos diferenciados en los indicadores macroeconómicos. En ISR_BE, la reducción del impuesto sobre la renta impulsa gradualmente la actividad económica, generando efectos positivos moderados en el consumo privado y una leve mejora en la competitividad externa, principalmente a 2030, mientras que el PIB se mantiene relativamente estable a lo largo del periodo. Por otro lado, en IVA_BE, el abaratamiento directo de precios relativos produce un estímulo más inmediato en el consumo y la inversión, a costa de una mayor volatilidad en el consumo de gobierno y en las variables comerciales.

Lo anterior, es consistente con los resultados previamente expuestos, confirma que, el escenario IVA_BE genera desplazamientos de la demanda interna, principalmente de consumo intermedio hacia insumos bioeconómicos. Como efecto indirecto, disminuye la dependencia de importaciones, principalmente las fósiles. Además, este cambio en la estructura productiva tiene un efecto de poca magnitud en el PIB.

5.2.4 Dimensión social

En esta sección, se evalúa el impacto de las políticas simuladas sobre los indicadores sociales clave.

Los mecanismos de transmisión teóricos establecen que la disminución del impuesto sobre la renta reduce los costos totales, aumenta la rentabilidad, por ende, la demanda de trabajo provocando una disminución en el desempleo. El ISR_BE muestra estos resultados con ligeras magnitudes, producto de la poca participación relativa del pago de este impuesto en el costo total de las actividades bioeconómicas.

En el escenario ISR_BE la tasa de desempleo muestra un desvío negativo de 0,32 p.p en 2025, 0,05 p.p en 2030, llegando a no mostrar desvío en contraste con el escenario base en el 2050. Esta reducción en la tasa de desempleo conlleva un aumento en los

salarios promedio tanto en las actividades bioeconómicas, como en las no bioeconómicas, con desvíos de 0,042% y de 0,132%, respectivamente, en 2030.

Los efectos en el mercado laboral propician una ligera reducción en la tasa de pobreza y pobreza extrema. En 2030, se registra el mayor descenso 0,002% para la pobreza y 0,007% para la pobreza extrema. A partir de ese año, la diferencia porcentual se reduce gradualmente, situándose en -0,001% y -0,003% en 2050, respectivamente.

Los efectos presentados favorecen el bienestar general según el indicador de la variación equivalente. (EV por sus siglas en inglés) que cuantifica el cambio de bienestar de los hogares, expresado como la cantidad de dinero necesaria para lograr el mismo nivel de utilidad del escenario base; muestra un desvío negativo, en 2030 es de -4,86% y -17,64% en 2050. Es importante tener presente que, un valor positivo de EV se interpreta como una pérdida de bienestar (se requeriría compensar a los hogares con ese monto), mientras que si es negativo indica ganancia de bienestar. Estas cifras indican por ejemplo, que en general los hogares a 2030 ganan en bienestar ₡ 4.860.

En síntesis, la disminución del impuesto sobre la renta mejora el bienestar de los hogares (EV negativo) y fomenta el empleo, con repercusiones positivas en los salarios y la reducción de la pobreza, aunque estos efectos se moderan en el largo plazo a medida que la tasa de desempleo comienza a revertir su tendencia y los salarios se ajustan en consonancia.

Tabla 39 . Desviación porcentual en indicadores sociales, según escenario.

Indicadores macroeconómicos	Escenarios:			
	ISR_BE		IVA_BE	
	2030	2050	2030	2050
Gasto en consumo de hogares	-0,012	-0,020	0,082	0,004
Tasa de desempleo	-0,052	0,003	-0,190	-0,070
Salario real	0,023	-0,007	0,051	-0,012
Tasa de pobreza	-0,002	-0,001	-0,025	-0,005
Tasa de pobreza extrema	-0,007	-0,003	-0,052	-0,002

Nota: Elaboración propia.

Por otro lado, los efectos presentados en el IVA_BE son mayores. En la tasa de desempleo en 2025 se reduce en 0,52 p.p, 0,19 p.p en 2030 y permanece el efecto hasta 2050 con 0,07 p.p.

Coherente con la menor tasa de desempleo, lo salarios muestran desvíos positivos en 2030, 0,723% en los grupos bioeconómicos y 0,551% en los grupos no bioeconómicos.

A partir de 2047, cuando el desempleo comienza a aumentar levemente, los salarios se desvían por debajo del escenario base, llegando a -0,073% para los grupos bioeconómicos y -0,182% para los no bioeconómicos en 2050. Este comportamiento refleja la interacción entre la evolución de la demanda de trabajo y la oferta de mano de obra en el mediano y largo plazo.

La mayor reducción en el desempleo y el incremento más notable en los salarios bajo la política de reducción del IVA se traduce en un descenso de la tasa de pobreza y la pobreza extrema mayor que en el escenario ISR_BE. En 2030, se alcanza el mínimo de ambos indicadores, con desvíos de -0,025% para la pobreza y -0,052% para la pobreza extrema. No obstante, a partir de este punto, la tendencia hacia valores positivos se acentúa, llegando a ser positiva para ambos indicadores en 2048, lo que sugiere que los efectos favorables se moderan en el largo plazo conforme el efecto de la política se diluye.

Lo anterior provoca un aumento del gasto de consumo final de los hogares, con un desvío positivo de 0,082% en 2030 que se disminuye gradualmente hasta 0,004% en 2050. Y una mejora de mayor magnitud en el bienestar general, la variación equivalente (EV) muestra un desvío negativo de -9,13% en 2030 y se profundiza hasta -68,35% en 2050. Recordando que un EV negativo indica una ganancia de bienestar, estos valores sugieren que la política de reducción del IVA ejerce un impacto más favorable sobre el bienestar de los hogares que la disminución del impuesto sobre la renta, principalmente debido a la mayor reducción en la tasa de desempleo y al incremento en los salarios.

5.2.5 Dimensión ambiental

Esta sección examina los efectos de las políticas fiscales en el ambiente, un aspecto crítico en la transición hacia la bioeconomía. Es fundamental entender cómo las intervenciones en la estructura de costos, el consumo intermedio y la actividad productiva impactan en variables ambientales, tales como las emisiones de CO_2 y el uso de recursos naturales (tierra y agua). Estos indicadores permiten evaluar si las políticas adoptadas no solo favorecen la competitividad, el crecimiento económico y aspectos sociales, sino que también promueven un desarrollo sostenible.

5.2.5.1 Escenario ISR_BE

- **Emisiones de CO_2**

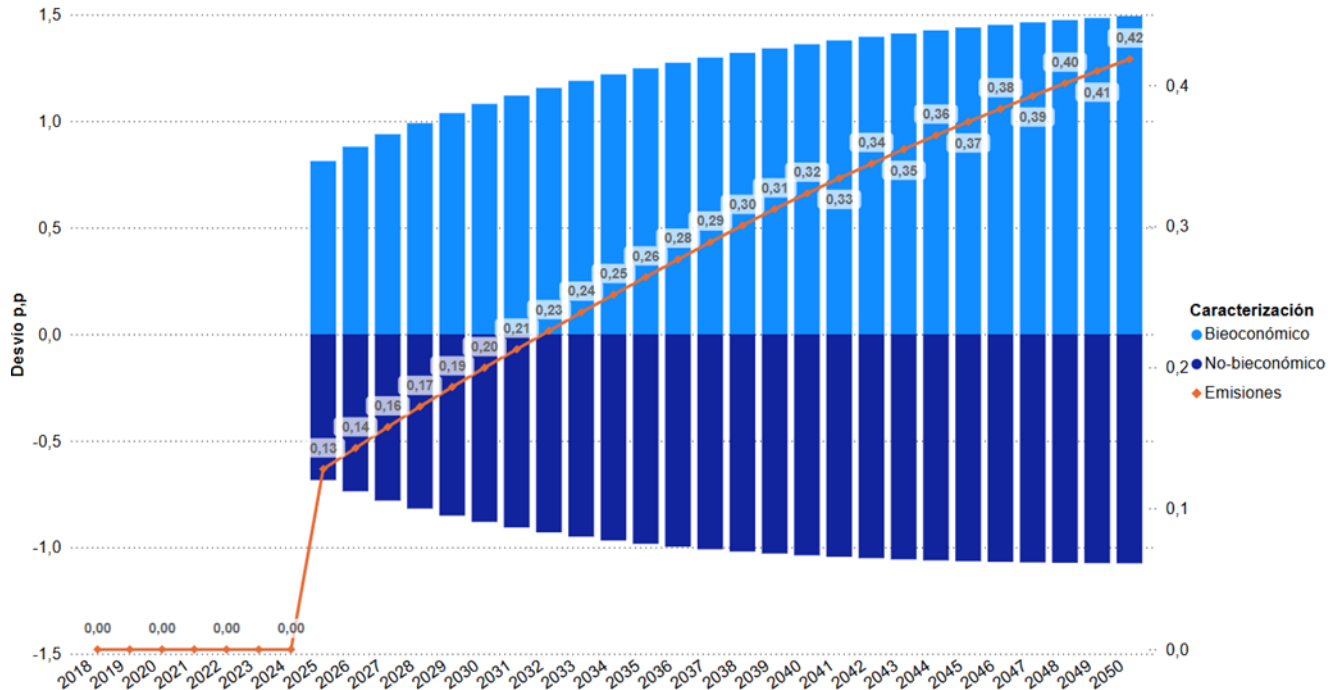
En el escenario de reducción del impuesto sobre la renta ISR_BE, se observa un comportamiento diferenciado entre las actividades bioeconómicas y no bioeconómicas.

En las actividades no bioeconómicas, las emisiones de CO_2 disminuyen, en 2030 se registra un desvío negativo de -0,88%, que se profundiza hasta -1,08% en 2050. Por el

contrario, en las actividades bioeconómicas se evidencia un aumento en las emisiones, con un desvío positivo de 1,08% en 2030, y que se incrementa a 1,49% en 2050.

Esta asimetría en los resultados conlleva a un aumento del CO_2 total, siendo en 2030 0,2 y en 2050 0,42%.

Figura 17. Desviación porcentual de las emisiones CO_2 por actividad.



Nota: Elaboración propia.

Al desagregar por las actividades específicas, se observa que en las actividades no bioeconómicas la reducción es más marcada en maquinaria y equipamiento (-0,21% en 2030 y -0,24% en 2050), vehículos (-0,16% en 2030 y -0,15% en 2050) e industria manufacturera (-0,08% en 2030 y -0,14% en 2050). En contraste, todas las actividades bioeconómicas muestran incrementos, destacándose la agricultura de cultivos (0,23% en 2030 y 0,21% en 2050), textiles, cuero y caucho (0,17% en 2030 y 0,23% en 2050), y madera y papel (0,17% en 2030 y 0,22% en 2050).

Tabla 40. Desviación porcentual de las emisiones CO_2 por actividades.

Tipo	Actividades	Emisiones al 2030	Emisiones al 2050
Grupo no bioeconómicos y mixtos	Maquinaria y equipamiento	-0,21	-0,24
	Vehículos	-0,16	-0,15
	Industria Química	-0,1	-0,11
	Industrias manufactureras	-0,08	-0,14
	Petroleó refinado	-0,07	-0,1
	Minerales no metálicos	-0,05	-0,06
	Otros servicios	-0,04	-0,05
	Administración pública	-0,04	-0,04
	Transporte y Almacenamiento	-0,04	-0,05
	Alojamiento y servicios de comida	-0,04	-0,03
	Explotación de minas y canteras	-0,03	-0,05
	Construcción	-0,02	-0,04
	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire...	-0,02	-0,03
	Comercio	0	-0,01
Grupo bioeconómicos	BE-Agricultura (cultivos)	0,23	0,21
	BE-Agricultura (ganadería)	0,09	0,11
	BE-Alimentos, bebidas y tabaco	0,1	0,16
	BE-Madera y papel	0,17	0,22
	BE-Pesca	0,12	0,21
	BE-Silvicultura	0,12	0,2
	BE-Suministro de agua y gestión de residuos	0,09	0,15
BE-Textiles, cuero y caucho	0,17	0,23	

Nota: Elaboración propia.

- **Uso del recurso natural tierra y agua**

Las actividades primarias bioeconómicas, particularmente en agricultura, son intensivos en el uso de recursos como tierra y agua, los cuales son incorporados en las funciones de producción del modelo IEEM como parte del valor agregado.

En la actividad ganadería, se observa un desvío positivo en el capital tierra y agua, de 0,1% en 2030 y 0,07% en 2050. En cambio, la actividad cultivos presenta un desvío negativo, de -0,04% en 2030 y -0,02% en 2050, lo que sugiere una reducción relativa en el uso de estos recursos. El efecto neto en el uso de estos recursos es de 0,6% en 2030 y 0,05% en 2050, demostrando como en el mediano plazo se da estos recursos que se diluye en el largo plazo.

Estos resultados están acordes con el incremento en el nivel de actividad de estas actividades, en donde en este escenario, la ganadería incrementa el nivel de actividad y los cultivos disminuyen.

En resumen, bajo el escenario ISR_BE se evidencia que, si bien la reducción del impuesto sobre la renta impulsa la competitividad y el crecimiento en ciertas actividades, también genera efectos ambientales mixtos. Mientras que las actividades no bioeconómicas logran reducir sus emisiones, el estímulo en las actividades bioeconómicas se traduce en un aumento de estas, contribuyendo a un incremento neto en las emisiones totales. Asimismo, la variación en el uso de factores de recursos naturales refleja diferencias estructurales entre los subgrupos agrícolas.

5.2.5.2 Escenario IVA_BE

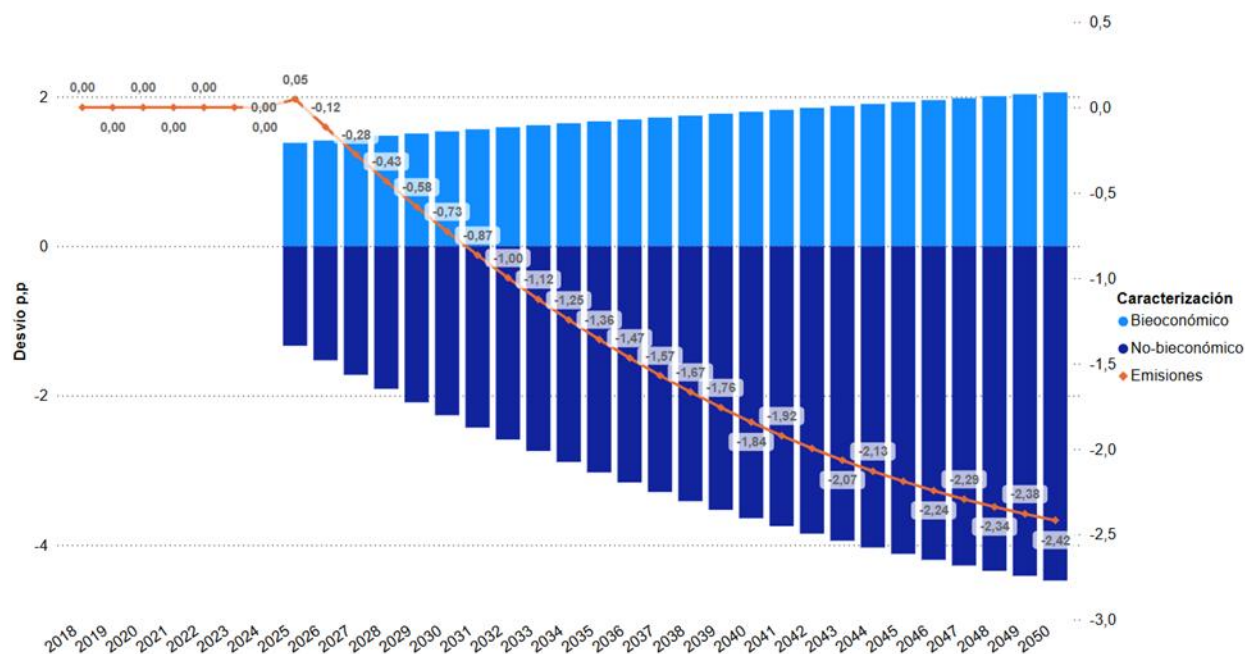
- **Emisiones de CO_2**

En este escenario, también se observa un efecto diferenciado de la política en las emisiones de las actividades bioeconómicas y no bioeconómicas.

En las actividades no bioeconómicas las emisiones presentan un desvío negativo mayor. En 2030 es de -2,26% llegando hasta -4,48% en 2050, disminuyendo de manera significativa en contraste al ISR_BE. Por otro lado, en las actividades bioeconómicas las emisiones aumentan en 1,38% en 2030 y 2,06% en 2050.

En este caso, la mayor magnitud en el desvío negativo de las actividades no bioeconómicas contribuye a la disminución de las emisiones de CO_2 totales, en -0,87% en 2030 y en -2,42% en 2050.

Figura 18. Desviación porcentual de las emisiones CO_2 por actividad.



Nota: Elaboración propia.

En la desagregación de las actividades, se observa que las actividades no bioeconómicas y mixtas que presentan un desvío negativo mayor son, al igual que ISR_BE, maquinaria y equipamiento (-0,47% en 2030 y -0,69% en 2050), vehículos (-0,32% en 2030 y -0,45% en 2050); por su parte en el tercer lugar, petróleo refinado (-0,22% en 2030 y -0,47% en 2050). Por otro lado, diferente a ISR_BE, hay actividades bioeconómicas que disminuyen las emisiones, tales como: suministro de agua y gestión de residuos y agricultura cultivos.

Tabla 41. Desviación porcentual de las emisiones CO_2 por actividades.

Tipo de	Actividades	Emisiones al 2030	emisiones al 2050
Grupos no bioeconómicos y mixtos	Maquinaria y equipamiento	-0,47	-0,69
	Vehículos	-0,32	-0,45
	Construcción	-0,23	-0,36
	Petróleo refinado	-0,22	-0,47
	Industria Química	-0,22	-0,38
	Minerales no metálicos	-0,22	-0,41
	Industrias manufactureras	-0,18	-0,49
	Explotación de minas y canteras	-0,17	-0,34

	Administración pública	-0,08	-0,15
	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire...	-0,05	-0,2
	Transporte y Almacenamiento	-0,05	-0,18
	Otros servicios	-0,04	-0,16
	Alojamiento y servicios de comida	-0,02	-0,12
	Comercio	0,01	-0,09
<hr/>			
	BE-Textiles, cuero y caucho	0,86	1,17
	BE-Alimentos, bebidas y tabaco	0,32	0,48
	BE-Pesca	0,26	0,45
Grupos	BE-Agricultura (ganadería)	0,16	0,25
bioeconómicos	BE-Madera y papel	0,09	0,07
	BE-Silvicultura	0	-0,4
	BE-Suministro de agua y gestión de residuos	-0,03	-0,2
	BE-Agricultura (cultivos)	-0,12	-0,12
<hr/>			

Nota: Elaboración propia.

- **Uso del recurso natural tierra y agua**

En línea con el ISR_BE la actividad cultivos presenta un desvío positivo en el consumo de tierra y agua de 0,23% en 2030 y 0,3% en 2050. La actividad ganadería, por su parte, muestra un desvío positivo de 0,09% en 2030 y 0,08% en 2050.

En síntesis, en el escenario IVA_BE la reducción del IVA para insumos bioeconómicos produce una reducción considerable de las emisiones en las actividades no bioeconómicas, mientras que en las bioeconómicas se registra un aumento moderado en las emisiones. Esta asimetría resulta en una disminución neta de las emisiones totales, aunque con variaciones importantes a nivel de actividades específicas. Adicionalmente, el uso de recursos naturales muestra un incremento en las actividades, lo que puede implicar mayores presiones sobre tierra y agua, principalmente en el mediano plazo.

Capítulo 6. Recomendaciones de lineamientos de política pública para la bioeconomía

Los resultados del Capítulo 5 obtenidos a partir de la simulación de ambos escenarios evidencian múltiples efectos en las tres dimensiones de la sostenibilidad. Más allá de la magnitud puntual de cada política, las tendencias muestran que incentivar la bioeconomía, tanto en sus actividades como en sus productos, ofrece beneficios potenciales.

A pesar de que las políticas fiscales simuladas fueron una simple reducción de tasas, se muestra cómo pueden provocar cambios en la estructura económica: en particular, el ISR_BE incentiva la inversión de las actividades no bioeconómicas, y, el escenario IVA_BE favorece una mayor incorporación de productos bioeconómicos en los procesos productivos, especialmente relevante en actividades no bioeconómicas, como la industria química y manufacturera, construcción y el transporte y almacenamiento, donde la adopción de insumos biológicos y renovables (en lugar de fuentes fósiles y no renovables) constituye precisamente la esencia del concepto de bioeconomía, particularmente reduciendo las emisiones al adoptar este tipo de insumos como se observa en el apartado 4.3.3 del capítulo 4 referente a las emisiones.

Estas tendencias de transformación de la estructura productiva se realizan sin comprometer el crecimiento agregado, ni las finanzas públicas. Incluso en el escenario del IVA_BE aumenta los ingresos tributarios y en el ISR_BE, se da una reducción de la deuda pública.

No obstante, no basta con recomendar una rebaja de tasas basándose únicamente en análisis cuantitativos. En la práctica, el diseño de políticas públicas debe ser integral y técnico, incorporando criterios de trazabilidad, capacidades de oferta de bioproductos y mecanismos de monitoreo que garanticen que las reducciones tributarias se traduzcan efectivamente en una transición sostenida hacia una economía más circular y baja en carbono.

Con base en las limitaciones encontradas en la ENB, el análisis de la caracterización de la bioeconomía, los resultados obtenidos en las simulaciones y la revisión documental de las buenas prácticas internacionales⁸; a continuación, se proponen recomendaciones de lineamientos de política pública que propicien el desarrollo sostenible.

Se plantean lineamientos, se detallan adaptaciones y sinergias con la institucionalidad establecida y analizada en el capítulo 4, entre otros; para amoldar todos estos insumos a la realidad costarricense, fortaleciendo así el ecosistema bioeconómico, incentivando

⁸ Consultar anexo 6, presenta las políticas adoptadas internacionalmente para incentivar la bioeconomía.

inversiones estratégicas y propiciando un modelo de desarrollo sostenible que aproveche la riqueza biológica.

6.1 Acreditación bioeconómica

Para optimizar la aplicación de incentivos y mejorar el monitoreo de la Estrategia Nacional de Bioeconomía, se sugiere establecer un proceso coordinado y previo de “estatus bioeconómico” que avale rigurosamente si un producto o actividad califica como bioeconómico más allá de su simple uso de recursos biológicos. Este mecanismo permitiría clasificar las actividades y productos mediante procesos de elegibilidad basados en criterios sólidos de sostenibilidad (huella de carbono, uso de agua, entre otros).

Con una identificación precisa y certificada, los indicadores bioeconómicos ganarían en fiabilidad, facilitando el seguimiento de los avances de la estrategia y asegurando que los incentivos fiscales y regulatorios se dirijan efectivamente a quienes cumplen con los estándares de sostenibilidad ambiental.

Por ejemplo, el estatus BioNexus en Malasia, en donde las empresas deben realizar un análisis interno que determine si sus proyectos de biotecnología o bioinnovación cumplen con los criterios de elegibilidad bioeconómicos, mismos determinados por una agencia reguladora o ministerio (entidad designada por Ley), para posteriormente ser acreditadas (Malaysian Bioeconomy Development Corporation, 2019).

En Costa Rica algo similar se propone en el proyecto de ley de Economía Circular, en donde se designa al Ministerio de Salud como ente verificador de procesos circulares de las empresas. Se podría determinar a esta entidad u otra verificadora de proceso bioeconómicos. Desde el lado de los productos bioeconómicos, específicamente se podría realizar un catálogo para bioinsumos y bioproductos, y que estos se registren en sistemas de identificación robustos, como el sistema de comprobantes electrónicos y la integración con el Catálogo de Bienes y Servicios (CABYS).

6.2 Diseño de beneficios fiscales

Una vez acreditados, se deben evaluar las solicitudes para adecuarlas al beneficio fiscal más apropiado, el cual va de la mano con la creación de un marco tributario diferenciado para actividades y productos bioeconómicos, que incluya un **“Régimen especial bioeconómico”**

El escenario de ISR_BE muestra que tiene un efecto sobre la inversión de actividades bioeconómicas. Este resultado da pie a realizar un diseño de política fiscal integral que contemple esta posibilidad.

- Exenciones o tasas impositivas diferenciadas: para que las empresas inviertan en I+D (biotecnología), producción de biocombustibles, transformación de residuos como biomasa en bioinsumos, entre otros.
- Zonas francas o territorios especiales: mediante la experiencia de estos regímenes especiales en el país, se puede ofrecer a empresas con la acreditación, condiciones fiscales preferentes para la instalación de clústeres bioeconómicos con centros de innovación, principalmente fuera del GAM, en donde se dispone de una mayor variedad y cantidad de recursos biológicos.
- Créditos fiscales diferenciados para que las empresas puedan recuperar un mayor porcentaje del IVA soportado en la adquisición de bienes de capital e insumos bioeconómicos. La empresa debería pagar la totalidad del IVA, para que posteriormente se realice la devolución por medio de los comprobantes electrónicos con la identificación de los CABYS adquiridos.
- Reinversión de créditos, mediante programas que incentiven la reinversión en proyectos de I+D o la expansión de la capacidad productiva de las empresas, facilitando la mayor adquisición de tecnología y escalabilidad.

6.3 Simplificación administrativa

Un actor que no se puede dejar de lado es la simplificación de los procesos administrativos, ya que es clave a la hora de reducir los costos y fomentar la inversión al facilitar el acceso a información y procesos relacionados con los beneficios anteriormente descritos.

- Digitalización: facilitando el acceso a tramites, formularios electrónicos, declaraciones en línea y sistemas de seguimiento en tiempo real para el uso de beneficios fiscales.
- Unificación de regímenes: integración de beneficios fiscales en un marco normativo coherente que evite la superposición o incompatibilidad de incentivos, reduciendo la complejidad para el contribuyente.
- Capacitación y asistencia técnica: tanto para funcionarios fiscales como para empresas, de modo que se asegure la correcta aplicación de las normativas y se minimice el riesgo de abuso o evasión.

Ahora bien, implementar beneficios como los anteriormente descritos y simplificar los procesos relacionados requiere de una plataforma robusta y unificada. Un proyecto que se está llevando a cabo en esta línea en Costa Rica es Hacienda Digital, el cual implementa la centralización de procesos digitalizados que tiene como objetivo principal

brindar servicios dirigidas a la población, lo cual va en línea con las necesidades de implementación y simplificación mencionadas.

6.4 Adaptaciones y sinergias

Es indispensable tomar en cuenta adaptaciones y sinergias con iniciativas ya establecidas y consideraciones generales que ayudan a alinear recomendaciones, garantizando por tanto la eficiencia y la efectividad de este marco tributario bioeconómico.

Por ejemplo, dar seguimiento a factores como el nivel de madurez de las empresas y el ciclo de vida de los proyectos permiten asegurar que los beneficios fiscales se mantengan durante la fase crítica de consolidación, facilitando su estabilidad operativa. Algo similar al incentivo financiero para startups de Japón. En este sentido, se recomienda que el diseño de estos beneficios contemple incentivos flexibles y diferenciados según el tipo de actividad y su etapa de desarrollo.

Asimismo, establecer un sistema de monitoreo y evaluación periódico que permita verificar el cumplimiento de los requisitos para la acreditación por parte de las empresas, actualizando criterios de elegibilidad conforme evolucionen los grupos bioeconómicos y sus tecnologías, garantizando eventualmente una adecuada rendición de cuentas y mejoraría en la eficiencia del gasto tributario, siendo BioNexus de Malasia el principal referente en el tópico de evaluación.

Otro aspecto importante para considerar son los emprendimientos biotecnológicos en el proceso de mejora de los recursos naturales y en la creación de nuevos bio productos (pilar biotecnológico) enfrentan retos específicamente significativos derivados de las altas inversiones en investigación, pruebas clínicas o regulatorias, y la necesidad de escalar rápidamente para alcanzar rentabilidad. Por ello, su viabilidad depende no solo de incentivos fiscales, sino también del acceso a propiedad intelectual (Ley 8039), a mercados especializados y a sistemas de apoyo técnico y financiero estables, tal y como ocurre en los casos de la UE y Brasil⁹.

Implementaciones más concretas como la formación en universidades especializadas que se da en Japón, tiene un equivalente en Costa Rica, siendo que el apoyo a carreras incipientes tanto en la Universidad Nacional (Ingeniería en Bioprocesos Industriales), como en la Universidad de Costa Rica (Ingeniería en Biosistemas) son parte de estas adaptaciones que se dan y que se deben de seguir apoyando.

^{9 y 10} Consultar anexo 6, presenta políticas adoptadas internacionalmente para incentivar la bioeconomía.

Por otro lado, las políticas tailandesas, europeas y brasileñas¹⁰, centradas en mezclas obligatorias de biocombustibles y desarrollo de biorrefinerías, pueden servir de referencia para el diseño de compensaciones a procesos productivos basados en residuos y la consolidación del principio de circularidad en los procesos económicos (pilar biomasa-bioenergía). Aquí la experiencia recabada del Plan Nacional de sustitución de plásticos de un solo uso y el Plan Nacional de Energía ayudaría a planificar una introducción paulatina y controlada de los ajustes respectivos y con esto no generar un efecto contraproducente de las medidas.

La conservación y protección ambiental promovidas en Brasil y Japón dan un buen ejemplo, en combinación con otras de sus políticas, de sinergias que resultan en conservación con aprovechamiento económico y social de los recursos naturales (pilar biodiversidad). No se limita la arista productiva, al contrario, se facilita la delimitación física de los diferentes grupos productivos en zonas específicas, como busca la bioeconomía en primera instancia, pero luego se conjugan con el resto de los incentivos para dar con un resultado equilibrado y en sintonía con el objetivo bioeconómico.

6.5 Financiamiento y otras consideraciones

La implementación de un marco tributario bioeconómico efectivo exige no solo incentivos tributarios innovadores, sino también mecanismos financieros bien diseñados que los complementen, más aún cuando la reducción en la recaudación tributaria, que se espera principalmente en el corto plazo, podría compensarse si estos beneficios que se les quieren otorgar a los productos y actividades bioeconómicas son compartidos mediante fuentes de financiamiento, aliviando estos gastos tributarios. Tampoco se descartan implementaciones de impuestos ambientales al CO₂, u otras herramientas fiscales, haciendo énfasis en las propuestas por UNDP Costa Rica (2021).

Por todo lo anterior, se considera oportuno fortalecer y rediseñar los instrumentos existentes para que respondan a las necesidades específicas de la bioeconomía.

- Ampliar el alcance del Fondo Propyme y el fondo de incentivos para el Desarrollo Científico y Tecnológico del CONICIT, incluyendo criterios de bioeconomía y facilitando el acceso de MIPYMES, *startups* tecnológicos y cooperativas rurales.
- Potenciar el papel del FONAFIFO, ofreciendo líneas de crédito y subsidios para aquellas empresas que protejan, conserven y brinden servicios ambientales, ampliando la cobertura de su alcance que se enfoca más en temas forestales.

Por otro lado, es imprescindible asegurar que los costos para acreditarse como actividad o empresa bioeconómica sean razonables y accesibles, especialmente para pequeños

productores, emprendimientos rurales y grupos emergentes. La existencia de un proceso de acreditación claro y asequible permita asignar incentivos de forma justa.

6.6 Recomendaciones integrales para Costa Rica

Antes de enlistar las recomendaciones, se reconoce que el desarrollo de políticas en Costa Rica plantea una serie de retos que se deben a una amplia variedad de factores de los cuales se destacan:

- Dispersión normativa,
- Limitaciones de financiamiento,
- Insuficiente formación técnica en áreas clave,
- Desconocimiento social de los beneficios de la bioeconomía,
- Falta de seguimiento de proyectos e instancias pasadas referentes a la bioeconomía.

Una vez reconocidas estas limitaciones, se resume en la siguiente tabla una serie de recomendaciones acordes a la clasificación de implementaciones internacionales.

Tabla 42. Recomendaciones de lineamientos de política para Costa Rica que propicien el desarrollo sostenible basado en la bioeconomía¹¹

Herramientas de incentivo económico	Fomento de I+D	Regulación de mercados	de	Desarrollo de infraestructura y capacidades	Otras
*Implementación de políticas fiscales, como regímenes especiales o créditos fiscales para las empresas con acreditación bioeconómica.	*Creación de centros de excelencia en bioeconomía y clústeres de innovación. *Alianzas público-privadas y programas de I+D en biotecnología, agroecología y economía circular.	*Desarrollo de normas de acreditación y etiquetado para productos bioeconómicos. *Establecimiento de estándares de trazabilidad y sostenibilidad (integración de sistemas como CABYS). *Regulación de mercados de carbono.	de	*Inversión en infraestructura logística y parques tecnológicos especializados en bioeconomía. *Mejoras en la gestión de recursos naturales (agua, tierra) y en plataformas digitales para monitoreo y certificación.	*Coordinación interministerial e integración de políticas ambientales, de innovación y desarrollo territorial. (Reactivar el comité de bioeconomía) *Fortalecer con indicadores de seguimiento y monitoreo la implementación de la Estrategia Nacional de Bioeconomía.

Nota: Elaboración propia

¹¹ Las recomendaciones en Fomento de I+D y desarrollo de infraestructura y capacidades, deben relacionarse con los objetivos y ejes estratégicos de la ENB.

Capítulo 7. Conclusiones y Recomendaciones

En esta sección se presentan las conclusiones obtenidas a partir del estudio realizado, enfocada en tres áreas fundamentales: la caracterización de la bioeconomía, las repercusiones económicas, ambientales y sociales derivadas de los escenarios de política simulados, y la importancia de un paquete integral de políticas fiscales.

7.1 Caracterización de la bioeconomía

Desde una perspectiva institucional, Costa Rica presenta una estructura legal y política robusta, considerando diferentes hitos con incidencia ambiental, la Estrategia Nacional de Bioeconomía y legislación que sustenta los pilares biotecnología, biomasa-bioenergía y biodiversidad. Contándose entonces con una familiaridad histórica con temas ambientales, una legislación específica y políticas públicas que consolidan una arquitectura normativa que permite ciertas prestaciones, no exhaustivas pero favorables al desarrollo de la bioeconomía en el país.

En términos económicos, los productos bioeconómicos representaron el 24,8% del valor bruto de producción, las actividades bioeconómicas realizaron el 27,2% del consumo intermedio, representaron más del 11% del valor agregado del país y el 16% del empleo, para el 2021. Destacan también las actividades con alto crecimiento relativo en los últimos años, como “bebidas alcohólicas y destiladas” y “gestión de residuos”, lo que evidencia su dinamismo y potencial de expansión. Además, actividades bioeconómicas como “evacuación de aguas residuales” y “elaboración de café oro” obtuvieron las mayores ratios de valor agregado/empleo.

Los productos energéticos bioeconómicos representaron el 17,5 % de la oferta renovable nacional y el 10,1 % de su utilización por las actividades económicas. El bagazo, la leña y otros residuos vegetales constituyen la mayor parte de los insumos bioeconómicos empleados. Además, los grupos de actividades clasificados como bioeconómicos muestran una tendencia clara de reducción de emisiones fósiles en el periodo 2017-2021, a diferencia de los no bioeconómicos, lo que evidencia beneficios ambientales derivados del uso de energías de origen biológico.

7.2 Repercusiones económicas, sociales y ambientales

Los resultados de los escenarios ISR_BE e IVA_BE muestran que los incentivos fiscales dirigidos a la bioeconomía producen mecanismos de ajuste multisectoriales, cuyos efectos varían según la estructura de costos y la incidencia tributaria de cada actividad.

A pesar de que las desviaciones porcentuales en los indicadores resultan relativamente moderadas, estas variaciones permiten trazar con precisión las trayectorias de respuesta al incentivo: un recorte en el impuesto sobre la renta genera efectos más uniformes y limitados, dada su baja participación en los costos de las actividades bioeconómicas, mientras que la rebaja del IVA produce distorsiones más heterogéneas y de mayor magnitud, logrando incorporar más elementos bioeconómicos en los procesos de producción, incluso en las actividades no bioeconómicas.

El escenario ISR_BE (reducción de 2 p.p. en el impuesto sobre la renta para actividades bioeconómicas) impulsa un crecimiento en dichas actividades: la inversión aumenta en 1,64% para 2030 y 1,49% para 2050. Asimismo, el valor bruto de producción sube en 1,08% en 2030 y 1,49% en 2050. El impulso productivo, a su vez, eleva el consumo intermedio de productos bioeconómicos en 1,24% y de derivados fósiles en 2,23% en promedio. Este resultado evidencia la importancia de analizar el CI no bioeconómico de estas actividades, con la finalidad de mejorar integralmente sus procesos.

En contraste, las actividades no bioeconómicas muestran un ajuste a la baja: la inversión cae 1,02% en 2030 y 1,21% en 2050, mientras que el valor bruto de producción disminuye 0,88% y 1,08% en esos mismos años, lo que reduce también su consumo intermedio de productos bioeconómicos. Si bien el objetivo es impulsar la transición hacia la bioeconomía, resulta esencial vigilar los efectos de estos incentivos sobre las actividades no bioeconómicas para evitar distorsiones en los mercados y en la asignación de recursos que puedan comprometer el desempeño agregado de la economía.

Estos resultados conllevan un aumento en las emisiones de CO₂ en las actividades bioeconómicas de 1,08% en 2030 y 1,59% en 2050, dado que no se produce sustitución de derivados fósiles por insumos bioeconómicos, sino que ambos crecen en proporción al nivel de producción. En las actividades no bioeconómicas, en cambio, las emisiones disminuyen 0,88% en 2030 y 1,08% en 2050 como consecuencia de la contracción en la producción. Esta combinación de tendencias resulta en un aumento total de las emisiones de 0,2% en 2030 y 0,42% en 2050.

En la dimensión social, el estímulo tributario logra reducir la tasa de desempleo en 0,051 p.p., la tasa de pobreza en 0,002 p.p. y la pobreza extrema en 0,007 p.p. para 2030, aunque el consumo de los hogares disminuye marginalmente en 0,012%. Hacia 2050, estos efectos positivos se atenúan, aunque en conjunto generan una mejora del bienestar de los hogares medida por la variación equivalente.

A nivel agregado, la expansión de las actividades bioeconómicas no compensa la contracción de los sectores no bioeconómicos, lo que ocasiona una ligera caída del PIB de 0,001%. En el ámbito fiscal, la reducción del ISR a las actividades bioeconómicas conlleva una disminución de los ingresos corrientes, pero la reducción del gasto público es incluso mayor, de modo que la deuda pública se contrae en promedio 0,02%.

Los resultados de la política ISR_BE en conjunto sugieren que no se logran beneficios ambientales, debido a que no hay una mayor incorporación de productos bioeconómicos en los procesos de producción; esto conlleva a que las emisiones agregadas no se reduzcan. Sin embargo, se dan beneficios sociales sin comprometer las finanzas públicas y el crecimiento económico medido a través del PIB.

Por otro lado, en IVA_BE (disminución de 2 p.p del IVA en productos bioeconómicos) a nivel multisectorial, las actividades bioeconómicas reflejan un desvío positivo en la inversión de 0,65% en 2030 y 1,22% en 2050, siendo un porcentaje menor al escenario ISR_BE. Sin embargo, IVA_BE logra aumentar en una magnitud mayor el valor bruto de producción de estas actividades, 1,54% y 2,06% en 2030 y 2050, respectivamente. Este mayor nivel de actividad aumenta el consumo intermedio de elementos bioeconómicos en mayor cuantía, un 4,68% en promedio, simultáneamente reduce el uso de insumos fósiles en 0,13%.

Por su parte, las actividades no bioeconómicas se contraen en mayor magnitud: reducen la inversión en 3,23% a 2030 y 5,38% a 2050, provocando un desvío negativo en el valor bruto de producción de 0,96% y 1,49%. A pesar de la contracción, aumenta el consumo intermedio bioeconómico, principalmente en la industria química y manufacturera, construcción, y, transporte y almacenamiento. Este hallazgo es crucial, ya que evidencia que ante una reducción en el precio relativo se da una sustitución hacia insumos bioeconómicos.

Las emisiones de CO_2 en las actividades bioeconómicas aumentan 1,38% y 2,06%, este aumento se da a pesar del mayor consumo intermedio de productos bioeconómicos y la disminución en el uso de derivados fósiles. En las actividades no bioeconómicas las emisiones presentan un desvío negativo mayor; en 2030 de 2,26% y 4,48% en 2050. Estos resultados se traducen en una disminución de las emisiones de CO_2 totales, en 0,87% en 2030 y en 2,42% en 2050.

En la dimensión social, el escenario IVA_BE registra mejoras más pronunciadas: para 2030, la tasa de desempleo disminuye en 0,190 p.p., la tasa de pobreza en 0,025 p.p. y la tasa de pobreza extrema en 0,052 p.p., mientras que el gasto de los hogares aumenta en 0,082. A diferencia del escenario ISR_BE, no solo las mejoras en estos indicadores son de mayor magnitud, sino que sus efectos se mantienen de manera más prolongada hasta 2050.

A nivel macroeconómico, el PIB no muestra desvíos significativos. En el plano fiscal, los ingresos corrientes aumentan, pero el gasto total crece en mayor proporción, lo que genera un desvío al alza en la deuda pública de 0,032% en 2030 y 0,025% en 2050.

En síntesis, las simulaciones revelan que ambos incentivos no provocan desvíos significativos en la trayectoria del PIB real ni en la dinámica de las finanzas públicas, pero sí generan efectos sociales claros: ambas políticas contribuyen a disminuir el desempleo

y a reducir las tasas de pobreza y pobreza extrema. No obstante, en la dimensión ambiental es el escenario IVA_BE el que se destaca, pues al abaratar los insumo bioeconómicos promueve una sustitución tangible de derivados fósiles por bioproductos en el consumo intermedio, logrando así la reducción total de las emisiones.

Es entonces que, a partir del presente estudio se puede concluir que una transición hacia la bioeconomía en Costa Rica (2025-2050) podría tener efectos positivos sobre el desarrollo sostenible en el país.

7.3 Lineamientos de política pública

El análisis realizado evidencia que la reducción de tasas impositivas es una medida relevante para fomentar una transición hacia la bioeconomía, pero no constituye la única vía para hacerlo, por el contrario, resulta indispensable concebir un enfoque integral y técnico en el diseño de políticas públicas, que combine incentivos fiscales, mecanismos financieros bien estructurados y una estrategia de acreditación robusta que garantice la eficacia de las intervenciones.

En ese sentido la acreditación bioeconómica de actividades y productos, inspirada en modelos internacionales como el estatus BioNexus de Malasia, emerge como una herramienta fundamental para asegurar que los beneficios tributarios y regulatorios se asignen de forma transparente y dirigida a quienes cumplen con estándares de sostenibilidad ambiental. Se debe asegurar que el proceso de acreditación sea claro, ágil y accesible, especialmente para pequeños productores, emprendimientos rurales y grupos emergentes, permitiendo que los incentivos lleguen de manera justa y efectiva a quienes más lo requieren.

Este mecanismo, además, es piedra angular para la eventual consolidación de un régimen especial bioeconómico, con tasas diferenciadas, créditos fiscales y otros estímulos que faciliten la transición hacia una economía sostenible, baja en carbono.

Por otro lado, regulaciones internacionales, como las mezclas obligatorias de biocombustibles, el desarrollo de biorrefinerías y el apoyo a startups biotecnológicas en Japón, refuerza la importancia de articular incentivos en función del nivel de madurez de cada emprendimiento. La experiencia acumulada en iniciativas nacionales, como el Plan de Sustitución de Plásticos de un Solo Uso y el Plan Nacional de Energía, aportan aprendizajes clave para implementar estos cambios de manera gradual, controlada y sin efectos contraproducentes sobre los actores productivos.

Del lado del financiamiento, resulta prioritario ampliar y focalizar instrumentos financieros nuevos y los existentes —como el Fondo Propyme, el Fondo de Incentivos para el Desarrollo Científico y Tecnológico del CONICIT y los programas del FONAFIFO— a fin

de apoyar la consolidación de capacidades productivas y tecnológicas en sectores estratégicos de la bioeconomía.

La combinación de incentivos fiscales estratégicos, mecanismos financieros adecuados, fortalecimiento de la oferta local de bioproductos, adaptación tecnológica y articulación con políticas ambientales vigentes maximizará los beneficios económicos, sociales y ambientales de la bioeconomía. Así, se contribuirá a consolidar un modelo de desarrollo sostenible que aproveche la riqueza biológica del país, impulse la innovación y genere bienestar inclusivo en el mediano y largo plazo.

7.4 Recomendaciones finales

Partiendo de la caracterización institucional de la bioeconomía en Costa Rica y haciendo referencia específica al estudio de Sánchez (2021), se considera que los elementos institucionales formales que abarca hasta el 2020 pudieron verse fortalecidos por legislación reciente, dado el carácter innovador y relevante que ha adoptado la bioeconomía en estos últimos años, por lo que ampliar el alcance temporal de este análisis podría brindar elementos que robustezcan los lineamientos de política.

Para la caracterización económica de la bioeconomía se optó como principal fuente de información la CSB, esta fuente de información dispone de datos del 2017 hasta 2021. Ahora bien, con el ejemplo de los trabajadores familiares no remunerados y la relación planteada en Vargas et al., (2022) con las actividades características de la bioeconomía para 2018, se evidencia como, a la luz de las cifras de la serie 2017-2021, un conjunto de datos restringido (solo se analiza el año 2018) puede llevar a sesgos de selección temporal, recalando la importancia de contar con series históricas amplias y lo más actualizadas posible.

Por otro lado, los productos “Servicios de recogida, tratamiento y eliminación de desechos; recuperación de materiales” y “Desperdicios y desechos” son productos característicos extendidos de la bioeconomía con un crecimiento anual promedio de su VBP mayor al promedio de los productos bioeconómicos con 12,5% y 20,8% respectivamente en el periodo 2017-2021. Al ser unos productos con esta categorización podrían ser sujetos de análisis más pormenorizados para identificar encadenamientos productivos alineados con los principios bioeconómicos.

En la misma línea, la actividad “Evacuación de aguas residuales” es una actividad característica de la bioeconomía que ha tenido la mayor tasa de variación anual promedio de VA y ratio VA/Empleo en el periodo 2017-2021, lo cual la hace también sujeto de investigación más detallada sobre sus cadenas de valor.

Ahora bien, enfatizando en aspectos metodológicos, un elemento fundamental es la recategorización del producto energético “Biogás” en la cuenta de energía asociándolo

a un NPCR bioeconómico, siendo una salvedad metodológica que permite y hace coherente todo el ejercicio de caracterización enfocado a la dimensión ambiental, siendo específicamente una recomendación para revisar este producto en específico para nuevas actualizaciones de la cuenta de energía dado los elementos expuesto en el marco metodológico.

Como recomendación general del ejercicio aquí desarrollado, integrar activamente herramientas de modelación en el ciclo de diseño y evaluación de políticas públicas sería ideal. En particular, el IEEM demuestra su valor para efectuar simulaciones ex-ante que comparen distintas combinaciones de medidas fiscales, tecnológicas y regulatorias, permitiendo anticipar tendencias, identificar posibles efectos no deseados y optimizar la asignación de recursos antes de implementar cambios normativos.

Para enriquecer este enfoque, incorporar un componente social desagregado, analizando los impactos distributivos de las políticas fiscales sobre hogares clasificados por quintiles de ingreso sería beneficioso en aspectos focalizados en la dimensión social. De igual forma, resulta fundamental fortalecer el módulo laboral del IEEM mediante la inclusión de heterogeneidad en la fuerza de trabajo (diferenciando niveles de calificación y competencias) con el fin de capturar cómo la transición hacia la bioeconomía altera la demanda de capital humano especializado frente al empleo no especializado.

En el plano ambiental, se sugiere ampliar el IEEM hacia un sistema integrado de servicios ecosistémicos (IEEM-ESM), incorporando modelación espacial para evaluar de manera más precisa el almacenamiento de carbono, la erosión de suelos y los cambios en uso y cobertura territorial. Permitiendo de esta manera cuantificar con mayor detalle los dividendos verdes asociados a la bioeconomía en diferentes regiones, fortaleciendo tanto la validez técnica del modelo como la eficacia de las decisiones de política pública inclusivas y adaptadas a las particularidades de cada territorio.

No obstante, más allá de perfeccionar el IEEM, se considera conveniente construir una MCS más desagregada que incluya productos bioeconómicos desagregados y, de ser necesario, nuevos bioproductos, todos debidamente clasificados. Este nivel de desagregación permitiría incorporar esos insumos en futuros modelajes y evaluar con mayor precisión sus efectos sectoriales y agregados.

Además, se debe analizar de manera integral el impacto individual de las actividades bioeconómicas mediante la huella ambiental a lo largo de toda su cadena de valor. Esto implica ir más allá de las métricas de emisiones y el uso de suelo, incorporando metodologías de análisis de ciclo de vida (LCA, por sus siglas en inglés) y de flujo de materiales para cuantificar consumos de agua, energía, fertilizantes y agroquímicos, así como los efectos sobre biodiversidad y calidad del suelo en cada eslabón desde la producción primaria hasta la transformación y el transporte. Con esta información, se podrían identificar mejoras en procesos específicos y diseñar intervenciones dirigidas

que minimicen la huella ecológica; por ejemplo, prácticas agrícolas regenerativas o tecnologías de procesamiento más eficientes.

En última instancia el estudio aporta evidencia empírica relevante para Costa Rica, demostrando que una política fiscal bien diseñada puede facilitar la transición hacia una bioeconomía contribuyente al desarrollo sostenible. Por ello, se recomienda un paquete integral de incentivos que combine diversas medidas técnicas orientadas a estimular I+D y biotecnología, así como fomentar el consumo intermedio de productos bioeconómicos, aprovechando la dinámica de sustitución observada en el escenario de reducción del IVA.

Específicamente para que los créditos fiscales o reducciones impositivas tengan un impacto significativo debe existir oferta local de bioproductos y tecnologías capaces de sustituir insumos convencionales. Es decir, el alcance de las políticas fiscales se ve limitado si no se desarrollan nuevos biopolímeros, enzimas o bioestimulantes en los procesos existentes, ni se moderniza la maquinaria instalada necesaria para procesarlos.

A medida que se realice una mayor incorporación de elementos bioeconómicos en las cadenas productivas estimuladas tanto por el incentivo fiscal, como por el fortalecimiento de capacidades en I+D y adaptación tecnológica, los beneficios sociales, económicos y ambientales de la bioeconomía serán mayores.

Si bien en los resultados se observan mayores efectos de la reducción del IVA sobre insumos bioeconómicos, siguiendo la recomendación del experto entrevistado, en lugar de distorsionar la tarifa impositiva rebajándola directamente, se sugiere que las empresas paguen el IVA completo al momento de la compra y luego soliciten la devolución correspondiente.

Para garantizar que dicho reembolso se dirija únicamente a bienes verdaderamente bioeconómicos que respeten estándares de sostenibilidad, es fundamental adoptar la clasificación CABYS para identificar de manera inequívoca los insumos elegibles. Además, las empresas deberán contar con un estatus oficial como “Bioempresa” (o certificación equivalente), que valide su carácter bioeconómico y permita auditar el origen y trazabilidad de los productos. De este modo, se evita la erosión de la recaudación y se refuerza el control administrativo, asegurando que los fondos públicos se utilicen efectivamente para impulsar la sustitución insumos intermedios convencionales por bioproductos.

Referencias

Aguilera Klink, F., & Alcántara Escolano, V. (Eds.). (1994). De la economía ambiental a la economía ecológica (1. ed.). ICARIA.

Angenendt, E., Poganietz, W.-R., Bos, U., Wagner, S., & Schippl, J. (2018). Modelling and tools supporting the transition to a bioeconomy. In I. Lewandowski (Ed.), *Bioeconomy: Shaping the transition to a sustainable, biobased economy* (pp. 289–316). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68152-8_9

Banco Central de Costa Rica. (2019). Cuenta de Energía: Contabilidad de flujos físicos. Apéndice metodológico. Área de Estadísticas Ambientales. <https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos/DocCuentaEnergia/Metodologia-cuenta-energia.pdf>

Banerjee, O., & Cicowiez, M. (2019). La Plataforma de modelado económico-ambiental integrada (IEEM): Guías técnicas de la Plataforma IEEM: Presentación matemática. <https://doi.org/10.18235/0002099>

Banerjee, O., Cicowiez, M., Muñoz, G. S., & Vargas, R. (2021). La Plataforma de modelación económica-ambiental integrada (IEEM): Guías técnicas de la Plataforma IEEM: Construcción de una matriz de contabilidad social para Costa Rica para el año 2016. <https://doi.org/10.18235/0003017>

Banerjee, O., Cicowiez, M., Vargas, R., & Horridge, M. (2019). Construction of an extended environmental and economic social accounting matrix from a practitioner's perspective. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0002000>

Banzhaf, H. S. (2020). A history of pricing pollution (or, why Pigouvian taxes are not necessarily Pigouvian) (Working Paper No. 27683). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w27683>

Barahona Carmona, L., Suárez Espinoza, K., & Salas Pinel, F. (2024). Aplicación de la biotecnología en la bioeconomía avanzada: oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo y sostenible en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 58(2). <https://doi.org/10.15359/rca.58-2.8>

Barañano, L., Garbisu, N., Alkorta, I., Araujo, A., & Garbisu, C. (2021). Contextualization of the bioeconomy concept through its links with related concepts and the challenges facing humanity. *Sustainability*, 13(14), Article 14. <https://doi.org/10.3390/su13147746>

Bashir, M. F., MA, B., Bilal, Komal, B., & Bashir, M. (2021). Analysis of environmental taxes publications: A bibliometric and systematic literature review. *Environmental Science and Pollution Research*, 28. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12123-x>

- Baumol. (1953). W. J. Baumol Welfare Economics and the theory of the state. In *Recherches Économiques de Louvain/Louvain Economic Review*, 19(5), 539–539. (Original work published 1952). <https://doi.org/10.1017/S1373971900101489>
- Béfort, N., de Fouchécour, F., de Rouffignac, A., Holt, C. A., Leclère, M., Loth, T., Moscoviz, R., Pion, F., Ruault, J.-F., & Thierry, M. (2019). Toward a European bioeconomic transition: Is a soft shift enough to challenge socio-ecological issues hard? *Natures Sciences Sociétés*, 27(4), 438–444. <https://doi.org/10.1051/nss/2020004>
- Biber-Freudenberger, L., Ergeneman, C., Förster, J. J., Dietz, T., & Börner, J. (2020). Bioeconomy futures: Expectation patterns of scientists and practitioners on the sustainability of bio-based transformation. *Sustainable Development*, 28(5), 1220–1235. <https://doi.org/10.1002/sd.2072>
- Birner, R. (2018). Bioeconomy concepts. In I. Lewandowski (Ed.), *Bioeconomy: Shaping the transition to a sustainable, biobased economy* (pp. 17–38). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68152-8_3
- Blanchard, O. (2023). *Fiscal policy under low interest rates*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262544870/fiscal-policy-under-low-interest-rates/>
- Bonaiuti, M. (2018). *Bioeconomía*. In *Decrecimiento*.
- Bracco, S., Calicioglu, O., Gomez San Juan, M., & Flammini, A. (2018). Assessing the contribution of bioeconomy to the total economy: A review of national frameworks. *Sustainability*, 10(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/su10061698>
- Calicioglu, Ö., & Bogdanski, A. (2021). Linking the bioeconomy to the 2030 sustainable development agenda: Can SDG indicators used to monitor progress towards a sustainable bioeconomy? *New Biotechnology*, 61, 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2020.10.010>
- Château, J., Dellink, R., & Lanzi, E. (2014). An overview of the OECD ENV-Linkages Model: Version 3. OECD. <https://doi.org/10.1787/5jz2qck2b2vd-en>
- Cortés, F., & La Roca, F. (2010). *La economía ecológica*. Cajamar.
- Diaz-Chavez, R., Mortensen, S., & Wikman, A. (2019). Introduction (Bioeconomy: ..., pp. 6–6). Stockholm Environment Institute. <https://www.jstor.org/stable/resrep25073.8>
- Dietz, T., Börner, J., Förster, J. J., & Von Braun, J. (2018). Governance of bioeconomy: A global comparative study of national bioeconomy strategies. *Sustainability*, 10(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/su10093190>

- Fielding, M., & Aung, M. T. (2018). *Bioeconomy in Thailand: A case study* [Working Paper]. Stockholm Environment Institute. Retrieved from <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2018/04/sei-wp-2018-bioeconomy-thailand.pdf>
- Ferreira, V., Pié, L., & Terceño, A. (2021). Economic impact of the bioeconomy in Spain: Multiplier effects with a bio social accounting matrix. *Journal of Cleaner Production*, 298, 126752. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126752>
- George, P., H. B., John, H., Robert, M., Tevecia, R., Edward, S., Hans, V. M., & Lindsay, S. (2018). The MAGNET model framework for assessing policy coherence and SDGs: Application to the bioeconomy. *JRC Research Reports, Article JRC111508*. Retrieved from <https://ideas.repec.org//p/ipt/iptwpa/jrc111508.html>
- González González, M., Perez Zabaleta, A., Castejón Montijano, R., Méndez Pérez, E., Martínez Merino, J. L., Gómez Barroso, J. L., & Mochón Saéz, A. (2009). *Introducción a la economía* (2a ed.). PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Gould, H., Kelleher, L., & O'Neill, E. (2023). Trends and policy in bioeconomy literature: A bibliometric review. *EFB Bioeconomy Journal*, 3, 100047. <https://doi.org/10.1016/j.bioeco.2023.100047>
- Haddad, S., Britz, W., & Börner, J. (Eds.). (2017). *Impacts of increased forest biomass demand in the European bioeconomy*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.261986>
- Hazlitt, H. (2010). *Economía en una lección* (6th ed.). Unión Editorial. https://www.unebook.es/es/libro/economia-en-una-leccion-la_207667
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hetemäki, L., Hanewinkel, M., Muys, B., Ollikainen, M., Aho, E., & Ruiz, C. N. (2017). *Hacia una estrategia europea de bioeconomía circular*.
- Hoyos, O., Duque, P., García, D., & Giraldo, S. (2022). Producción científica sobre economía verde y sostenibilidad: Una revisión de la investigación mundial. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 30(2), 77–99. <https://doi.org/10.18359/rfce.5846>
- Instituto Costarricense de Electricidad. (2024). *Informe anual 2024: Producción y demanda*. División Operación y Control del Sistema Eléctrico. <https://www.grupoice.com>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Volume 5—Waste. Chapter 5: Incineration and open burning of waste*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html>

International Advisory Council on Global Bioeconomy. (2024, April). *Bioeconomy globalization: Recent trends and drivers of national programs and policies* [PDF]. Retrieved from https://www.iacgb.net/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/52440fb0-f35d-11ee-9ed1-dead53a91d31/current/document/Global_Bioeconomy_-_April_2024_IACGB.pdf

International Energy Agency. (2023, February 1). *National Biofuels Policy* [PDF]. Retrieved from <https://www.iea.org/policies/2475-national-biofuels-policy>

Kircher, M. (2022). Economic trends in the transition into a circular bioeconomy. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/jrfm15020044>

Kircher, M., Maurer, K.-H., & Herzberg, D. (2022). KBBE: The knowledge-based bioeconomy: Concept, status and future prospects. *EFB Bioeconomy Journal*, 2, 100034. <https://doi.org/10.1016/j.bioeco.2022.100034>

Kardung, M., Cingiz, K., Costenoble, O., Delahaye, R., Heijman, W., Lovrić, M., van Leeuwen, M., M'Barek, R., van Meijl, H., Piotrowski, S., Ronzon, T., Sauer, J., Verhoog, D., Verkerk, P. J., Vracholi, M., Wesseler, J. H. H., & Zhu, B. X. (2021). Development of the circular bioeconomy: Drivers and indicators. *Sustainability*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/su13010413>

Kosow, H., & Gaßner, R. (2008). *Methods of future and scenario analysis: Overview, assessment, and selection criteria* (Vol. 39). Deutsches Institut für Entwicklungspolitik GmbH.

Lakner, Z., Oláh, J., Popp, J., & Balázs, E. (2021). The structural change of the economy in the context of the bioeconomy. *EFB Bioeconomy Journal*, 1, 100018. <https://doi.org/10.1016/j.bioeco.2021.100018>

Lander, E. (2011). *El lobo se viste con piel de cordero*.

Leontief, W. W. (1936). Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States. *The Review of Economics and Statistics*, 18(3), 105–125. <https://doi.org/10.2307/1927837>

Li, G., Zhang, R., & Masui, T. (2021). CGE modeling with disaggregated pollution treatment sectors for assessing China's environmental tax policies. *Science of The Total Environment*, 761, 143264. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33221008/>

Liu, Y., & Ge, J. (2023). What kind of environmental fiscal and taxation policies can support green production of ionic rare earths? A computable general equilibrium analysis. *Extractive Industries and Society*, 13, 101201. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2022.101201>

- Loizou, E., Jurga, P., Rozakis, S., & Faber, A. (2019). Assessing the potentials of bioeconomy sectors in Poland employing input–output modeling. *Sustainability*, 11(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/su11030594>
- Madroñero-Palacios, S., & Guzmán-Hernández, T. (2018). *Desarrollo sostenible: Aplicabilidad y sus tendencias*. *Tecnología en Marcha*, 31(3), 122–130. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i3.3907>
- Mankiw, N. G., & Rabasco, E. (2007). *Principios de economía* (4th ed.). Ediciones Paraninfo, S.A. Retrieved from https://books.google.co.cr/books?id=NbCqRf-h3vgC&printsec=copyright&hl=es&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Malaysian Bioeconomy Development Corporation Sdn Bhd. (2019). *BIONEXUS 3.0 Framework Guideline (Version 3.0)* [PDF]. Retrieved from <https://www.bioeconomycorporation.my/wp-content/uploads/GUIDELINE-ON-BNX-FRAMEWORK-3.0-NON-IP-FINAL-DEC-2019.pdf>
- Martínez, J., & Roca, J. (2015). *Economía ecológica y política ambiental*. Fondo de Cultura Económica.
- McDonald, S., & Thierfelder, K. (2004). Derivar una matriz de contabilidad social global a partir de las versiones 5 y 6 de GTAP Data. *GTAP Documento Técnico No. 22*. Retrieved from http://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=1645
- Miceikienė, A., Verulidze, V., & Kuklierius, M. (2022). The role of environmental taxes in bioeconomy development: Cases of Lithuania and Georgia. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 44(1), Article 1. <https://doi.org/10.15544/mts.2022.07>
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). (2016). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016–2025*. Gobierno de Costa Rica. https://www.enbcr.go.cr/sites/default/files/estrategia_nacional_biodiversidad_2017.pdf
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2019). *Plan nacional de descarbonización: Costa Rica hacia una economía moderna, verde y libre de emisiones*. Gobierno de Costa Rica. <https://cambioclimatico.go.cr/>
- Moktadir, M. A., Dwivedi, A., & Rahman, T. (2022). Antecedents for circular bioeconomy practices towards sustainability of supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 348, 131329. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131329>
- Mougenot, B., & Doussoulin, J.-P. (2022). Conceptual evolution of the bioeconomy: A bibliometric analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 24(1), 1031–1047. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01481-2>

NatureFinance, & Fundação Getúlio Vargas. (2024, May). *Preliminary stocktake of G20 strategies and practices: A contribution to the Brazilian G20 Presidency's Global Initiative on Bioeconomy* [PDF]. Retrieved from https://www.naturefinance.net/wp-content/uploads/2024/05/ENG-TheGlobalBioeconomy_FINAL.pdf

ONU. (2015, September 25). La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. *Desarrollo Sostenible*. Retrieved from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>

OCDE. (2017). *Environmental fiscal reform: Progress, prospects and pitfalls* – OECD. Retrieved from <https://www.oecd.org/tax/environmental-fiscal-reform-progress-prospects-and-pitfalls.htm>

Pagiola, S. (2008). Payments for environmental services in Costa Rica. *Ecological Economics*, 65(4), 712–724. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.07.033>

Pietzsch, J. (Ed.). (2020). *Bioeconomy for beginners*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-60390-1>

Pietzsch, J., & Schurr, U. (2020). Introduction. In J. Pietzsch (Ed.), *Bioeconomy for beginners* (pp. 1–10). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-60390-1_1

Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2017). *Economía circular*.

Proestou, M., Schulz, N., & Feindt, P. H. (2024). A global analysis of bioeconomy visions in governmental bioeconomy strategies. *Ambio*, 53(3), 376–388. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01958-6>

Pyka, A., Ari, E., Alva-Ferrari, A., & Urmetzer, S. (2022). The bioeconomy transition process: Sailing through storms and doldrums in unknown waters. *Journal of Innovation Economics & Management*, 38(2), 35–61. <https://doi.org/10.3917/jie.pr1.0110>

Pyka, A., Cardellini, G., van Meijl, H., & Verkerk, P. J. (2022). Modelling the bioeconomy: Emerging approaches to address policy needs. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129801. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129801>

Rescher, N. (1998). *Predicting the future: An introduction to the theory of forecasting*. SUNY Press.

Rodríguez, A. G., Rodrigues, M., & Sotomayor, O. (2019). *Hacia una bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe: Elementos para una visión regional* (Serie Recursos Naturales y Desarrollo No. 191) [PDF]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Retrieved from <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f23d8b68-db93-4013-8556-18ab4061d01e/content>

Sánchez, J. (2021). Legislación costarricense y su relación con la bioeconomía moderna. *Revista e-Agronegocios*, 7(2). <https://doi.org/10.18845/ea.v7i2.5637>

Segura-Bonilla, O., García Sánchez, D. E., Rodríguez Soto, J. A., & Villalobos Arce, G. (2023). *Bioeconomía, innovación y calidad de vida: Estado de situación*. Retrieved from <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/27035>

Sistema de indicadores ODS (Tomo 1). (2023). INEC. Retrieved from https://admin.inec.cr/sites/default/files/2023-11/reodsinec_tomoi_2022_1.pdf

Smith, A. F. M. (2015). George Edward Pelham Box: 10 October 1919 — 28 March 2013. *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, 61, 23–37.

UNDP Costa Rica. (2021). *Reforma fiscal verde* [PDF]. Retrieved from https://biofin.cr/wp-content/uploads/2021/11/undp_cr_REFORMA_FISCAL_VERDE_21.pdf

UE. (2017, May 22). Analysis of structural patterns in highly disaggregated bioeconomy sectors by EU Member States using SAM/IO multipliers. [Website]. Publications Office of the European Union. Retrieved from <http://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c66a759c-3f62-11e7-a08e-01aa75ed71a1/language-en>

UE. (2018, November 5). A sustainable bioeconomy for Europe: Strengthening the connection between economy, society and the environment: Updated bioeconomy strategy. [Website]. Publications Office of the European Union. Retrieved from <http://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/edace3e3-e189-11e8-b690-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF>

Valenciano Salazar, J. A., & Fonseca Hernández, R. G. (2019). *Enfoques desde la economía para el análisis de los problemas ambientales* (1a ed.). UNED. Retrieved from <https://editorial.uned.ac.cr/book/U09100>

Vargas, R., Alvarado, I., Rodríguez, M., Rodríguez, A., & Wander, P. (2022). *Cuenta satélite de bioeconomía para Costa Rica: Propuesta metodológica y aplicación práctica*. CEPAL. Retrieved from <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48641-cuenta-satelite-bioeconomia-costa-rica-propuesta-metodologica-aplicacion>

Vivien, F.-D., Nieddu, M., Befort, N., Debref, R., & Giampietro, M. (2019). The hijacking of the bioeconomy. *Ecological Economics*, 159, 189–197. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.01.027>

Vogelpohl, T., & Töller, A. E. (2021). Perspectives on the bioeconomy as an emerging policy field. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 23(2), 143–151. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2021.1901394>

Wen, X., Quacoe, D., Quacoe, D., Appiah, K., & Ada Danso, B. (2019). Analysis on bioeconomy's contribution to GDP: Evidence from Japan. *Sustainability*, 11(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/su11030712>

Wesseler, J., & von Braun, J. (2017). Measuring the bioeconomy: Economics and policies. *Annual Review of Resource Economics*, 9(1), 275–298. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-053701>

Yerushalmi, E. (2012). *Essays in applied public economics using computable general equilibrium models* [Doctoral dissertation, University of Warwick]. Retrieved from <http://webcat.warwick.ac.uk/record=b2684486~S1>

Anexos

Anexo 1. Tabla de equivalencia de actividades económicas según categorización bioeconomía de CSB y grupo segmentado de la MCS al que pertenecen según la configuración por defecto de IEEM-CRI

Código AECR	Descripción Actividad	Categorización bioeconómica	Grupo-IEEM
AE001	Cultivo de frijol	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE002	Cultivo de maíz	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE003	Cultivo de otros cereales, legumbres y semillas oleaginosas n,c,p,	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE004	Cultivo de arroz	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE005	Cultivo de melón	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE006	Cultivo de cebolla	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE007	Cultivo de chayote	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE008	Cultivo de papa	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE009	Cultivo de raíces y tubérculos	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE010	Cultivo de otras hortalizas	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE011	Cultivo de caña de azúcar	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE012	Cultivo de flores	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE013	Cultivo de follajes	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE014	Cultivo de banano	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE015	Cultivo de plátano	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE016	Cultivo de piña	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE017	Cultivo de palma africana (aceitera)	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE018	Cultivo de café	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura

AE019	Cultivo de otras frutas, nueces y otros frutos oleaginosos	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE020	Cultivo de otras plantas no perennes y perennes	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE021	Propagación de plantas	Actividades características de la bioeconomía	Agricultura
AE022	Cría de ganado vacuno	Actividades características de la bioeconomía	Ganadería
AE023	Cría de cerdos	Actividades características de la bioeconomía	Ganadería
AE024	Cría de pollos	Actividades características de la bioeconomía	Ganadería
AE025	Cría de otros animales	Actividades características de la bioeconomía	Ganadería
AE026	Actividades de apoyo a la agricultura, la ganadería y actividades postcosecha	Actividades características de la bioeconomía	Ganadería
AE027	Silvicultura y extracción de madera y caza	Actividades características de la bioeconomía	Silvicultura
AE028	Pesca marítima y de agua dulce	Actividades características de la bioeconomía	Pesca
AE029	Acuicultura marítima y de agua dulce	Actividades características de la bioeconomía	Pesca
AE030	Extracción de piedra, arena y arcilla	Actividades no características de la bioeconomía	Explotación de minas y canteras
AE031	Extracción de sal	Actividades no características de la bioeconomía	Explotación de minas y canteras
AE032	Explotación de otras minas y canteras n,c,p,	Actividades no características de la bioeconomía	Explotación de minas y canteras
AE033 / AE034	Elaboración y conservación de carne y embutidos	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco

	de aves / Elaboración y conservación de carne y embutidos de ganado vacuno y porcino y otros tipos de carne		
AE035	Procesamiento y conservación de pescados, crustáceos y moluscos	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
AE036	Procesamiento y conservación de frutas y vegetales	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
AE037	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
AE038	Elaboración de productos lácteos	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
AE039	Beneficio de arroz	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
AE040 / AE044	Elaboración de productos de molinería, excepto arroz, y almidones y productos elaborados del almidón / Elaboración de macarrones, fideos y productos farináceos análogos	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
AE041	Elaboración de productos de panadería y tortillas	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
AE042	Elaboración de azúcar	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco

AE043	Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
AE045	Elaboración de café oro	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
AE046	Producción de productos de café	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
AE047	Elaboración de comidas, platos preparados y otros productos alimenticios	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
AE048	Elaboración de alimentos preparados para animales	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
AE049 / AE050 / AE051	Destilación, rectificación, mezcla de bebidas alcohólicas y vinos / Elaboración de bebidas malteadas, de malta, bebidas no alcohólicas, aguas minerales, y otras aguas embotelladas / Elaboración de productos de tabaco	Actividades características de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
AE052	Fabricación de productos textiles	Actividades características de la bioeconomía	Textiles, cuero y caucho
AE053	Fabricación de prendas de vestir	Actividades características extendidas de la bioeconomía	Textiles, cuero y caucho
AE054	Fabricación de cuero y productos conexos excepto calzado	Actividades características de la bioeconomía	Textiles, cuero y caucho
AE055	Fabricación de calzado	Actividades características de la bioeconomía	Textiles, cuero y caucho

AE056	Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables	Actividades características de la bioeconomía	Madera y papel
AE057	Fabricación de papel y productos de papel	Actividades características de la bioeconomía	Madera y papel
AE058	Actividades de impresión, edición y reproducción de grabaciones excepto de programas informáticos	Actividades no características de la bioeconomía	Madera y papel
AE059 / AE060 / AE064	Fabricación de los productos de la refinación del petróleo y de coque / Fabricación de sustancias químicas básicas, abonos, compuestos de nitrógeno, pesticidas y otros productos químicos de uso agropecuario / Fabricación de otros productos químicos n,c,p, y de fibras manufacturadas	Actividades no características de la bioeconomía	Petróleo refinado

AE061 / AE067	Fabricación de plásticos y de caucho sintético en formas primarias / Fabricación de productos de plástico	Actividades no características de la bioeconomía	Industria Química
AE062	Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas	Actividades no características de la bioeconomía	Industria Química
AE063	Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador	Actividades características de la bioeconomía	Industria Química
AE065	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y de productos botánicos	Actividades características de la bioeconomía	Industria Química
AE066	Fabricación de productos de caucho	Actividades características de la bioeconomía	Industria Química
AE068	Fabricación de vidrio y de productos de vidrio	Actividades no características de la bioeconomía	Minerales no metálicos
AE069	Fabricación de productos refractarios, materiales de construcción de arcilla y de otros productos de porcelana y cerámica	Actividades no características de la bioeconomía	Minerales no metálicos

AE070	Fabricación de cemento, cal, yeso y artículos de hormigón, cemento y yeso y otros minerales no metálicos, n,c,p,	Actividades no características de la bioeconomía	Minerales no metálicos
AE071	Fabricación de metales comunes	Actividades no características de la bioeconomía	Industrias manufactureras
AE072	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	Actividades no características de la bioeconomía	Industrias manufactureras
AE073	Fabricación de componentes y tableros electrónicos, computadoras y equipo periférico	Actividades no características de la bioeconomía	Maquinaria y equipamiento
AE074	Fabricación de productos de electrónica y de óptica	Actividades no características de la bioeconomía	Maquinaria y equipamiento
AE075	Fabricación de equipo eléctrico y de maquinaria n,c,p,	Actividades no características de la bioeconomía	Maquinaria y equipamiento
AE076 / AE077	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques / Fabricación de otros tipos de equipos de transporte	Actividades no características de la bioeconomía	Vehículos
AE078	Fabricación de muebles	Actividades características de la bioeconomía	Industrias manufactureras
AE079	Fabricación de instrumentos y suministros	Actividades no características de la bioeconomía	Industrias manufactureras

	médicos y dentales		
AE080	Otras industrias manufactureras	Actividades no características de la bioeconomía	Industrias manufactureras
AE081	Reparación e instalación de maquinaria y equipo	Actividades no características de la bioeconomía	Industrias manufactureras
AE082	Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	Actividades no características de la bioeconomía	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire
AE083	Suministro de agua potable	Actividades características de la bioeconomía	Suministro de agua y gestión de residuos
AE084	Evacuación de aguas residuales	Actividades características de la bioeconomía	Suministro de agua y gestión de residuos
AE085	Gestión de desechos y de descontaminación	Actividades características de la bioeconomía	Suministro de agua y gestión de residuos
AE086	Construcción de edificios residenciales	Actividades no características de la bioeconomía	Construcción
AE087	Construcción de edificios no residenciales	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE088	Construcción de carreteras y vías férreas	Actividades no características de la bioeconomía	Construcción
AE089	Construcción de obras de servicio público y de otras de ingeniería civil	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE090	Actividades especializadas de la construcción	Actividades no características de la bioeconomía	Construcción
AE091	Comercio	Actividades no características de la bioeconomía	Transporte y almacenamiento
AE092	Mantenimiento y	Actividades no características de la bioeconomía	Transporte y almacenamiento

	reparación de vehículos automotores		
AE093	Transporte por ferrocarril	Actividades no características de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
AE094	Transporte terrestre de pasajeros excepto taxis	Actividades no características de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
AE095	Transporte de pasajeros por taxi	Actividades no características de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
AE096	Transporte de carga por carretera, vía marítima y aérea	Actividades no características de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
AE097	Transporte de pasajeros por vía marítima y aérea	Actividades no características de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
AE098	Almacenamiento y depósito	Actividades no características de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
AE099	Actividades de apoyo al transporte	Actividades no características de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
AE100	Actividades postales y de mensajería	Actividades no características de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
AE101	Actividades de alojamiento	Actividades no características de la bioeconomía	Otros servicios
AE102	Actividades de servicio de comida y bebidas	Actividades no características de la bioeconomía	Otros servicios
AE103	Actividades de producción películas, videos y programas de televisión, grabación de sonido, edición de música, programación y transmisión	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE104	Actividades de	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio

	telecomunicaciones		
AE105	Servicios de información, programación y consultoría informática, edición de programas informáticos y afines	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE106	Actividad de Banca Central	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE107	Actividad de otros tipos de intermediación monetaria	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE108	Actividades de sociedades de cartera, fondos y sociedades de inversión y otras actividades de servicios financieros	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE109	Actividad de seguros, reaseguros y fondos de pensiones, excepto los planes de seguridad social de afiliación obligatoria	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE110	Actividades auxiliares de servicios financieros, seguros y fondos de pensiones	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE111	Actividades de alquiler de vivienda y otros servicios inmobiliarios	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio

AE112	Actividades jurídicas	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE113	Actividades de contabilidad, teneduría de libros, consultoría fiscal y otras actividades contables	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE114	Actividades de consultoría en gestión financiera, recursos humanos, mercadeo, oficinas principales y afines	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE115	Actividades de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE116	Actividades de investigación científica y desarrollo	Actividades características extendidas de la bioeconomía	Comercio
AE117	Publicidad y estudios de mercado	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE118	Otras actividades profesionales, científicas y técnicas	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE119	Actividades veterinarias	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE120	Actividades de alquiler y arrendamiento de vehículos automotores	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE121	Actividades de alquiler y arrendamiento de efectos personales y	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio

	enseres domésticos		
AE122	Actividades de alquiler y arrendamiento de otros activos tangibles e intangibles no financieros	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE123	Actividades de arrendamiento de propiedad intelectual y productos similares, excepto obras protegidas por derechos de autor	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE124	Actividades de empleo	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE125	Actividades de agencias de viajes, operadores turísticos, servicios de reservas y actividades conexas	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE126	Actividades de seguridad e investigación	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE127	Actividades limpieza general de edificios y de paisajismo	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE128	Actividades administrativas y de apoyo de oficina y otras actividades de apoyo a las empresas	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio

AE129	Administración del estado y aplicación de la política económica y social de la comunidad	Actividades no características de la bioeconomía	Administración pública
AE130	Prestación de servicios a la comunidad en general	Actividades no características de la bioeconomía	Administración pública
AE131	Actividades de planes de seguridad social de afiliación obligatoria	Actividades no características de la bioeconomía	Administración pública
AE132	Enseñanza	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE133	Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE134	Actividades creativas, artísticas y de entretenimiento	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE135	Actividades de bibliotecas, archivos y museos y otras actividades culturales	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE136	Actividades de juegos de azar y apuestas	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE137	Actividades deportivas, de esparcimiento y recreativas	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE138	Actividades de asociaciones	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio

AE139	Reparación de computadoras, efectos personales y enseres domésticos	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE140	Actividades de lavado y secado limpieza de prendas de tela y de piel	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE141	Actividades de peluquería y otros tratamientos de belleza	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE142	Actividades de funerales y actividades conexas	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE143	Otras actividades de servicios n,c,p,	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio
AE144	Actividades de los hogares en calidad de empleadores de personal doméstico	Actividades no características de la bioeconomía	Comercio

Anexo 2. Tabla de equivalencias de productos económicos según categorización bioeconómica de la CSB y grupo segmentado de la MCS al que pertenecen según la configuración por defecto de IEEM-CRI

Código NPCR	Descripción Producto	Categorización bioeconómica	Grupo-IEEM
NP001	Frijol	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP002	Maíz	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP003	Trigo	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP004	Otros cereales	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP005	Legumbres y otras semillas oleaginosas	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP006	Arroz	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura

NP007	Melón	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP008	Cebolla	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP009	Chayote	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP010	Papa	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP011	Raíces y tubérculos	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP012	Hortalizas	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP013	Caña de azúcar	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP014	Flores	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP015	Follajes	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP016	Banano	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP017	Plátano	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP018	Piña	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP019	Palma aceitera	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP020	Café en fruta	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP021	Sandía	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP022	Mango	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP023	Naranja	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP024	Otras frutas, nueces y otros frutos oleaginosos	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP025	Palmito	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP026	Otros productos de plantas no perennes y perennes n,c,p,	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP027	Plantas y raíces vivas	Productos característicos de la bioeconomía	Agricultura
NP028	Ganado bovino	Productos característicos de la bioeconomía	Ganadería
NP029	Ganado porcino	Productos característicos de la bioeconomía	Ganadería
NP030	Pollo en pie	Productos característicos de la bioeconomía	Ganadería
NP031	Otros animales vivos	Productos característicos de la bioeconomía	Ganadería
NP032	Huevos	Productos característicos de la bioeconomía	Ganadería
NP033	Leche cruda	Productos característicos de la bioeconomía	Ganadería

NP034	Otros productos animales n,c,p,	Productos característicos de la bioeconomía	Ganadería
NP035	Servicios de apoyo a la agricultura, la ganadería y actividades postcosecha	Productos característicos de la bioeconomía	Ganadería
NP036	Productos de la silvicultura, de la extracción de la madera y de la caza	Productos característicos de la bioeconomía	Silvicultura
NP037	Productos de la pesca	Productos característicos de la bioeconomía	Pesca
NP038	Productos de la acuicultura	Productos característicos de la bioeconomía	Pesca
NP039	Piedra, arena y arcilla	Productos característicos extendidos de la bioeconomía	Explotación de minas y canteras
NP040	Sal	Productos no característicos de la bioeconomía	Explotación de minas y canteras
NP041	Petróleo y gas natural	Productos no característicos de la bioeconomía	Explotación de minas y canteras
NP042	Otros minerales metálicos, no metálicos y servicios de apoyo	Productos no característicos de la bioeconomía	Explotación de minas y canteras
NP043	Carne y despojos comestibles de aves	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP044	Carne y despojos comestibles de ganado vacuno	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP045	Carne y despojos comestibles de ganado porcino	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP046	Embutidos y otros productos cárnicos	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP047	Pescados, crustáceos y moluscos conservados	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP048	Frutas, legumbres y hortalizas en conserva	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP049	Aceites y grasas de origen vegetal y animal	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP050	Productos lácteos	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP051	Arroz descascarillado, elaborado y semielaborado	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP052	Harina de Trigo	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP053	Otros productos de molinería n,c,p, almidones y sus derivados	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP054	Productos de panadería y tortillas de trigo y maíz	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP055	Azúcar de caña, melazas, jarabes y otros azúcares	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP056	Cacao, chocolates y productos de confitería	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP057	Macarrones, fideos y productos farináceos análogos	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP058	Café oro	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP059	Café molido, soluble, extractos y concentrados	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco

NP060	Comidas y platos preparados	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP061	Otros productos alimenticios n,c,p,	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP062	Alimentos preparados para animales	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP063	Bebidas alcohólicas destiladas y vinos	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP064	Cerveza, malta, bebidas no alcohólicas y agua embotellada	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP065	Productos de tabaco	Productos característicos de la bioeconomía	Alimentos, bebidas y tabaco
NP066	Hilado y tejidos	Productos característicos extendidos de la bioeconomía	Textiles, cuero y caucho
NP067	Productos textiles, excepto prendas de vestir	Productos característicos extendidos de la bioeconomía	Textiles, cuero y caucho
NP068	Prendas de vestir	Productos característicos de la bioeconomía	Textiles, cuero y caucho
NP069	Cuero y productos conexos, excepto calzado	Productos característicos de la bioeconomía	Textiles, cuero y caucho
NP070	Calzado	Productos característicos extendidos de la bioeconomía	Textiles, cuero y caucho
NP071	Madera y corcho, productos de madera y corcho, excepto muebles; artículos de paja y materiales trenzables	Productos característicos de la bioeconomía	Madera y papel
NP072	Papel y productos de papel	Productos característicos de la bioeconomía	Madera y papel
NP073	Productos de la edición, impresión y grabaciones excepto de programas informáticos	Productos no característicos de la bioeconomía	Madera y papel
NP074	Gasolina	Productos no característicos de la bioeconomía	Petróleo refinado
NP075	Diesel	Productos no característicos de la bioeconomía	Petróleo refinado
NP076	Bunker	Productos no característicos de la bioeconomía	Petróleo refinado
NP077	Aceites y grasas lubricantes	Productos no característicos de la bioeconomía	Petróleo refinado
NP078	Otros productos derivados del petróleo y de coque	Productos no característicos de la bioeconomía	Petróleo refinado
NP079	Sustancias químicas básicas y abonos, compuestos de nitrógeno, pesticidas y otros productos químicos de uso agropecuario	Productos característicos extendidos de la bioeconomía	Industria Química
NP080	Plásticos y caucho sintético en formas primarias	Productos no característicos de la bioeconomía	Industria Química
NP081	Pinturas, barnices, revestimientos, tintas de imprenta y masillas	Productos no característicos de la bioeconomía	Industria Química
NP082	Jabones, detergentes, perfumes y preparados de tocador	Productos característicos de la bioeconomía	Industria Química

NP083	Fibras artificiales y productos químicos n,c,p	Productos no característicos de la bioeconomía	Industria Química
NP084	Productos farmacéuticos y medicinales	Productos característicos de la bioeconomía	Industria Química
NP085	Productos de caucho	Productos característicos de la bioeconomía	Industria Química
NP086	Productos de plástico	Productos no característicos de la bioeconomía	Industria Química
NP087	Vidrio y productos de vidrio	Productos no característicos de la bioeconomía	Minerales no metálicos
NP088	Productos refractarios, materiales de construcción de arcilla y otros productos de porcelana y cerámica	Productos no característicos de la bioeconomía	Minerales no metálicos
NP089	Cemento, cal y yeso	Productos no característicos de la bioeconomía	Minerales no metálicos
NP090	Artículos de hormigón, cemento y yeso y otros productos minerales no metálicos n,c,p,	Productos no característicos de la bioeconomía	Minerales no metálicos
NP091	Productos Básicos de Hierro y Acero	Productos no característicos de la bioeconomía	Industrias manufactureras
NP092	Productos primarios de aluminio, zinc, oro, plata y otros semiacabados por un proceso de fundición	Productos no característicos de la bioeconomía	Industrias manufactureras
NP093	Productos de metal	Productos no característicos de la bioeconomía	Industrias manufactureras
NP094	Componentes y tableros electrónicos, computadoras y equipo periférico	Productos no característicos de la bioeconomía	Maquinaria y equipamiento
NP095	Equipos de comunicaciones y aparatos electrónicos de consumo	Productos no característicos de la bioeconomía	Maquinaria y equipamiento
NP096	Equipo de medición, prueba, navegación y control y de relojes	Productos no característicos de la bioeconomía	Maquinaria y equipamiento
NP097	Equipo de irradiación, electrónico, médico y terapéutico	Productos no característicos de la bioeconomía	Maquinaria y equipamiento
NP098	Instrumentos ópticos, fotográfico, soportes magnéticos y ópticos	Productos no característicos de la bioeconomía	Maquinaria y equipamiento
NP099	Pilas, baterías, acumuladores, cables y dispositivos de cableado	Productos no característicos de la bioeconomía	Maquinaria y equipamiento
NP100	Refrigeradoras, cocinas, lavadoras y otros aparatos de uso doméstico	Productos no característicos de la bioeconomía	Maquinaria y equipamiento
NP101	Maquinaria de uso general y especial, partes y piezas	Productos no característicos de la bioeconomía	Maquinaria y equipamiento
NP102	Motores, generadores, transformadores y otro equipo eléctrico	Productos no característicos de la bioeconomía	Maquinaria y equipamiento
NP103	Vehículos automotores, carrocerías, remolques y semirremolques	Productos no característicos de la bioeconomía	Vehículos

NP104	Partes y piezas para vehículos automotores	Productos no característicos de la bioeconomía	Vehículos
NP105	Otros tipos de equipo de transporte	Productos no característicos de la bioeconomía	Vehículos
NP106	Muebles de madera	Productos característicos de la bioeconomía	Industrias manufactureras
NP107	Muebles de otro tipo de material, excepto de piedra, hormigón y cerámica	Productos no característicos de la bioeconomía	Industrias manufactureras
NP108	Instrumentos y suministros médicos y dentales	Productos no característicos de la bioeconomía	Industrias manufactureras
NP109	Otros productos manufactureros	Productos característicos extendidos de la bioeconomía	Industrias manufactureras
NP110	Desperdicios y desechos	Productos característicos extendidos de la bioeconomía	Industrias manufactureras
NP111	Servicios de reparación e instalación de maquinaria y equipo	Productos no característicos de la bioeconomía	Industrias manufactureras
NP112	Servicios de manufactura	Productos no característicos de la bioeconomía	Industrias manufactureras
NP113	Energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	Productos no característicos de la bioeconomía	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire
NP114	Agua potable	Productos característicos extendidos de la bioeconomía	Suministro de agua y gestión de residuos
NP115	Servicios de evacuación de aguas residuales	Productos característicos de la bioeconomía	Suministro de agua y gestión de residuos
NP116	Servicios de recogida, tratamiento y eliminación de desechos; recuperación de materiales	Productos característicos extendidos de la bioeconomía	Suministro de agua y gestión de residuos
NP117	Servicios de protección del medio ambiente	Productos característicos de la bioeconomía	Suministro de agua y gestión de residuos
NP118	Edificaciones residenciales	Productos no característicos de la bioeconomía	Construcción
NP119	Edificaciones no residenciales	Productos no característicos de la bioeconomía	Construcción
NP120	Carreteras y vías férreas	Productos no característicos de la bioeconomía	Construcción
NP121	Construcción de proyectos de servicio público y otras obras de ingeniería civil	Productos no característicos de la bioeconomía	Construcción
NP122	Servicios especializados de la construcción	Productos no característicos de la bioeconomía	Construcción
NP123	Servicios de Comercio	Productos característicos extendidos de la bioeconomía	Transporte y almacenamiento
NP124	Mantenimiento y reparación de vehículos automotores	Productos no característicos de la bioeconomía	Transporte y almacenamiento
NP125	Transporte por ferrocarril	Productos no característicos de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
NP126	Servicios de transporte terrestre de pasajeros excepto taxis	Productos no característicos de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
NP127	Servicio de taxis	Productos no característicos de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida

NP128	Transporte de carga	Productos no característicos de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
NP129	Transporte de pasajeros por vía marítima	Productos no característicos de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
NP130	Transporte de pasajeros por vía aérea	Productos no característicos de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
NP131	Servicios de almacenamiento y depósito	Productos no característicos de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
NP132	Servicios de estacionamientos	Productos no característicos de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
NP133	Carga, descarga y otros servicios vinculados al transporte	Productos no característicos de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
NP134	Otros servicios de apoyo al transporte	Productos no característicos de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
NP135	Servicios postales y de mensajería	Productos no característicos de la bioeconomía	Alojamiento y servicios de comida
NP136	Servicios de alojamiento	Productos no característicos de la bioeconomía	Otros servicios
NP137	Servicio de suministro de comida y bebidas	Productos característicos de la bioeconomía	Otros servicios
NP138	Servicios de radio, de televisión, películas, videos y otros afines	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP139	Servicios de telefonía e internet	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP140	Otros servicios de telecomunicaciones	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP141	Servicios de información, programación y consultoría informática, edición de programas informáticos y afines	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP142	Servicios de banca central	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP143	Otros servicios explícitos de intermediación monetaria	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP144	Servicios de intermediación financiera medidos indirectamente (SIFMI)	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP145	Otros servicios financieros y de banca de inversión	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP146	Servicios de seguros, reaseguros y fondos de pensiones	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP147	Servicios auxiliares de la intermediación monetaria y financiera	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP148	Servicios auxiliares de seguros y fondos de pensiones	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP149	Servicios de alquiler de viviendas	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP150	Servicios de alquiler de inmuebles no residenciales y otros servicios inmobiliarios	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP151	Servicios jurídicos	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio

NP152	Servicios de contabilidad, consultoría fiscal y otros	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP153	Servicios de consultoría en gestión financiera, recursos humanos, mercadeo, oficinas principales y afines	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP154	Servicios de arquitectura, ingeniería y conexos	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP155	Servicios de investigación científica y desarrollo	Productos característicos extendidos de la bioeconomía	Comercio
NP156	Servicios de publicidad, provisión de espacios de publicidad y estudios de mercado	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP157	Otros servicios profesionales, científicos y técnicos	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP158	Servicios veterinarios	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP159	Servicios de alquiler de automotores	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP160	Servicios de alquiler de efectos personales y enseres domésticos	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP161	Servicios de alquiler de maquinaria y equipo	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP162	Alquiler y arrendamiento de licencias, derechos de autor, patentes y franquicias	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP163	Servicios de agencias de empleo	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP164	Servicios de agencias de viajes, operadores turísticos, servicios de reservas y actividades conexas	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP165	Servicios de seguridad e investigación	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP166	Limpieza de edificios y cuidado del paisaje y mantenimiento	Productos característicos extendidos de la bioeconomía	Comercio
NP167	Servicios administrativos y de apoyo de oficina y otras actividades de apoyo a las empresas	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP168	Servicios públicos generales del gobierno	Productos no característicos de la bioeconomía	Administración pública
NP169	Servicios a la comunidad en general	Productos no característicos de la bioeconomía	Administración pública
NP170	Servicios administrativos de los regímenes de seguridad social obligatoria	Productos no característicos de la bioeconomía	Administración pública
NP171	Servicios de enseñanza	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP172	Servicios de atención de la salud humana y de asistencia social	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio

NP173	Servicios creativos, artísticos y de entretenimiento	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP174	Servicios de bibliotecas, archivos y museos y otros culturales	Productos característicos extendidos de la bioeconomía	Comercio
NP175	Servicios de juegos de azar y apuestas	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP176	Servicios deportivos	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP177	Servicios de esparcimiento y recreativos	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP178	Servicios de asociaciones empresariales, profesionales, sindicatos, políticas y afines	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP179	Servicios de reparación de computadoras, efectos personales y enseres domésticos	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP180	Servicios de lavado, secado y limpieza de prendas	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP181	Servicios de peluquería y otros tratamientos de belleza	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP182	Servicios funerarios y conexos	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP183	Otros servicios n,c,p,	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio
NP184	Servicios domésticos	Productos no característicos de la bioeconomía	Comercio

Anexo 3. Equivalencias entre los productos energéticos de la Cuenta de Energía con la categorización de la CSB.

Balance nacional de Energía		Clasificación Internacional estándar de productos de Energía (SIEC)				Nomenclatura de Productos de Costa Rica (NPCR)	Categorización bioeconomía
Sigla	Producto energético	Clase	Descripción	Primario (P) Secundario (S)	Renovable (R) No Renovable (NR)		
CM	Carbón mineral	110	Antracita	P	NR	NP042	Productos no característicos de la bioeconomía
LE	Leña	5119	Otros productos de leña y residuos de madera	P	R	NP036	Productos característicos de la bioeconomía
LE	Leña	5119	Otros productos de leña y residuos de madera	P	R	NP071	Productos característicos de la bioeconomía

BG	Bagazo	5120	Otros productos de leña y residuos de madera	P	R	NP110	Productos característicos extendidos de la bioeconomía
CC	Cascarilla de café	5150	Otro material vegetal y residuos	P	R	NP110	Productos característicos extendidos de la bioeconomía
ORV	Otros residuos vegetales	5150	Otro material vegetal y residuos	P	R	NP015	Productos característicos de la bioeconomía
ORV	Otros residuos vegetales	5150	Otro material vegetal y residuos	P	R	NP049	Productos característicos de la bioeconomía
ORV	Otros residuos vegetales	5150	Otro material vegetal y residuos	P	R	NP110	Productos característicos extendidos de la bioeconomía
ORV	Otros residuos vegetales	5150	Otro material vegetal y residuos	P	R	NP110	Productos característicos extendidos de la bioeconomía
PT	Petróleo	4100	Petróleo crudo convencional	P	NR	NP041	Productos no característicos de la bioeconomía
GEO	Geotermia	8000	Calor	P	NR	NP113	Productos no característicos de la bioeconomía
<u>BIG</u>	<u>Biogás</u>	<u>5312</u>	<u>Gas de aguas residuales</u>	<u>P</u>	<u>R</u>	<u>NP078</u>	<u>Productos no característicos de la bioeconomía</u>
<u>BIG</u>	<u>Biogás</u>	<u>5319</u>	<u>Otros biogases de fermentación anaeróbica</u>	<u>P</u>	<u>R</u>	<u>NP078</u>	<u>Productos no característicos de la bioeconomía</u>
CK	Coque	4694	Coque de petróleo	S	NR	NP078	Productos no característicos de la bioeconomía
CV	Carbón vegetal	5160	Carbón	S	R	NP079	Productos característicos extendidos de la bioeconomía
LPG	Gas licuado de petróleo	4630	Gases licuados de petróleo (GLP)	S	NR	NP078	Productos no característicos de la bioeconomía
GR	Gasolina regular	4652	Gasolina de motor	S	NR	NP074	Productos no característicos

							de la bioeconomía
GS	Gasolina super	4652	Gasolina de motor	S	NR	NP074	Productos no característicos de la bioeconomía
NFP	Nafta pesada	4640	Nafta	S	NR	NP077	Productos no característicos de la bioeconomía
AVG	Av gas	4651	Gasolina de aviación	S	NR	NP074	Productos no característicos de la bioeconomía
KE	Kerosene	4669	Otros querosenos	S	NR	NP078	Productos no característicos de la bioeconomía
JF	Jet fuel	4661	Combustible para aviones tipo queroseno	S	NR	NP074	Productos no característicos de la bioeconomía
DO	Diésel	4671	Gasóleo (diésel fuel)	S	NR	NP075	Productos no característicos de la bioeconomía
GO	Gasóleo	4672	Gasóleo pesado	S	NR	NP075	Productos no característicos de la bioeconomía
IF380	IFO 380	4680	Gasolina (fuel oil)	S	NR	NP076	Productos no característicos de la bioeconomía
FO	Fuel oil	4680	Gasolina (fuel oil)	S	NR	NP076	Productos no característicos de la bioeconomía
EAS	Emulsión asfáltica	4695	Betún	S	NR	NP090	Productos no característicos de la bioeconomía
ASF-30	Asfaltos	4695	Betún	S	NR	NP078	Productos no característicos de la bioeconomía
EE	Energía eléctrica	7000	Electricidad			NP113	Productos no característicos de la bioeconomía
OH	Alcohol	5210	Biogasolina	P	R	NP079	Productos característicos extendidos de la bioeconomía

Anexo 4. Guía de entrevista

Guía de Entrevista Semiestructurada e Individual

Introducción

- Saludo y presentación:
 - Nombres, formación, cargo, etc.
- Consentimiento informado:
 - Solicitar consentimiento explícito para grabar la entrevista (ya sea en formato presencial o virtual).
 - Aclaración directa de que las ideas expresadas en la entrevista serán usadas únicamente para fines académicos.
- Naturaleza del estudio.
 - El estudio pretende ser un acercamiento cuantitativo al concepto promisorio de bioeconomía en Costa Rica desde la perspectiva del desarrollo sostenible.
 - “Análisis de las repercusiones económicas, ambientales y sociales de la aplicación de política fiscal sobre el progreso de una Bioeconomía dirigida al Desarrollo Sostenible en Costa Rica, 2018-2050”.
- Explicación clara del propósito de la entrevista.
 - Como parte del desarrollo del presente estudio se tiene como primer objetivo caracterizar la bioeconomía en Costa Rica para la contextualización de la línea base y los escenarios de política. En otras palabras, la entrevista tiene como principal propósito compilar criterios de experto que, de manera rigurosa, ayuden a contextualizar los escenarios de política llevados a cabo y la línea base presentada.
 - Según Kirchner et al., (2022) la bioeconomía de ningún país se desarrolla desde cero, los países toman en cuenta sus recursos biológicos, la especialización económica, además del nivel y trayectoria del desarrollo respectivo.

Bloque 0: Información del Entrevistado

- Fecha:
- Datos personales.
 - Nombre:
 - Cargo actual:
 - Institución o entidad a la que pertenece:
- Área de especialización: Datos profesionales de interés

- Describir brevemente su experiencia en temas como desarrollo sostenible, política fiscal, bioeconomía o temas afines, en los que haya participado

Bloque 1: Aspectos Conceptuales y bioeconomía en cifras

- 2.a. Descripción: Que el entrevistado dada la experiencia y/o afinidad con el tema en cuestión responda lo siguiente
 - Desde su perspectiva ¿Qué es la bioeconomía?, defínala conceptualmente.
 - ¿Cómo vincularía esta definición de bioeconomía con el desarrollo sostenible?
 - ¿Considera que actualmente se fomenta la bioeconomía en el país?
 - Si la respuesta es afirmativa, ¿podría citar ejemplos de políticas, iniciativas o proyectos relevantes?
 - Si no, ¿cuáles serían los obstáculos o limitaciones principales que no permiten su fomento?
- 2.b. Descripción: Que el entrevistado contraste sus respuestas de bloques anteriores con información contextual clave.
 - Definición de desarrollo sostenible en el estudio
 - "...busca equiparar tres objetivos al mismo tiempo: la sostenibilidad ambiental, el crecimiento económico y la equidad social" (Valenciano y Fonseca, 2019).
 - Definición de bioeconomía en el estudio.
 - Según la Cumbre Mundial de Bioeconomía (2018) la bioeconomía "comprende la producción, utilización, conservación, de los recursos biológicos, incluidos los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos con el objetivo de contribuir hacia una economía sostenible".
 - La forma de operativizar esta definición es a través de la cuenta satélite de bioeconomía, Resultando en los siguientes sectores bioeconómicos
 - Agricultura (cultivos), agricultura (ganadería), alimentos, bebidas y tabaco, id, madera y muebles, productos químicos y farmacéuticos, silvicultura y pesca, suministro de agua y gestión de residuos, textiles, cuero, caucho y papel.
 - El principal fomento a la bioeconomía en Costa Rica ha sido a través de la Estrategia Nacional de bioeconomía, otros.
 - Cifras clave
 - Empleo: 16%
 - Valor Agregado: 12% (15 y 17% ajustado vía consumo y producción)
 - Las actividades BE tienen un multiplicador de 1,64, las extendidas un 1,32 y las no BE 1,40.

Son una media del nivel de interconexión de las actividades económicas a través de insumos. Es decir, son más dinámicas, por cada colón que se demanda a las actividades BE la economía produce ese colón y 64 céntimos adicionales de manera indirecta por los insumos que requiere.

- Solicitar una reflexión sobre lo anterior:
 - ¿Percibe alguna disonancia o limitación entre lo expresado al principio por su parte y lo recién expuesto?

Bloque 2: Política Fiscal y Bioeconomía

Descripción: Que el entrevistado según todo el contexto de la entrevista y las pretensiones del estudio (reducción del ISR a las actividades BE de 2 p.p y del IVA en 2 p.p a los productos bioeconómicos para incentivarlos, y la combinación de ambos), evalúe lo siguiente.

- ¿Qué consecuencias identifica que tendrían los incentivos fiscales propuestos sobre las finanzas públicas en el corto, mediano y largo plazo?
- Dadas estas consecuencias ¿Considera que los incentivos tienen la posibilidad de ser compatibles con las metas de superávit primario y reducción de deuda pública?
- ¿Qué ajustes o medidas adicionales sugeriría para corregir efectos indeseables y minimizar riesgos fiscales?
- ¿Podría ofrecer ejemplos o rangos numéricos específicos “adecuados” para desarrollar posibles escenarios fiscales? Considera también cuestiones meramente ilustrativas
- Más allá de los incentivos ya abordados, ¿qué otras políticas (fiscales o no) recomendaría para fomentar la bioeconomía? Sea específico (a)

Bloque 3: Impactos Económicos y Sociales

Descripción: Que el entrevistado explore efectos fuera de lo fiscal, relacionados con aspectos socioeconómicos de la promoción de la bioeconomía.

- ¿Qué efectos anticipa que tendrá sobre el empleo, la distribución del ingreso y la riqueza en el país la promoción de la bioeconomía?
- Detalle también ¿Cuáles podrían ser efectos indirectos en estos mismos indicadores o en otros?
- ¿Qué actores involucrados, institucionales o grupos sociales, serían los principales beneficiados y/o perjudicados de la promoción de la bioeconomía?
 - Detalle los impactos para cada grupo identificado.
- ¿Cree que la bioeconomía será un complemento o un sustituto de las actividades/productos económicos actuales? Explique por qué.

Cierre:

1. Agradecimiento.

- Expresar las gracias por el tiempo y las valiosas contribuciones para el estudio del entrevistado.

2. Espacio de reflexión

- Ampliación del tema en general o de algún aspecto específico de este.

Anexo 5. Resumen de respuestas de guía de entrevista

Bloque	Pregunta	Respuestas			
		Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Entrevistado 4
Bloque Aspectos Conceptuales	¿Qué es la bioeconomía?	Es una forma de asignar los recursos biológicos, renovables tomando en cuenta el uso sostenible de estos.	Todo lo que es desarrollo económico que está más enfocado en la biodiversidad	Es el uso de recursos biológicos, de la biomasa, de la mano con el conocimiento tecnológico para promover productos que apoyen una transformación hacia la sostenibilidad.	La economía desde múltiples enfoques, tomando en cuenta a la naturaleza, el ambiente y sobre todo conocimiento del uso de esos recursos para generar nuevos procesos y métodos que sean biológicamente aceptables para la sostenibilidad del planeta
	¿Vinculación con el desarrollo sostenible?	La idea es que sea un crecimiento económico sostenido y que sea sostenible en el tiempo, teniendo consideraciones ambientales y sociales	Creo que el desarrollo sostenible va 100 % enfocado en lo que es el desarrollo económico en armonía con el ambiente. Creo que Costa Rica es un ejemplo de	Es impensable pensar en bioeconomía sin incluir la sostenibilidad. Sobre todo, dentro del aspecto de bioeconomía circular.	Va a ser muy difícil equilibrar la economía, lo social y lo ambiental al mismo tiempo. Se está dejando de lado el desarrollo institucional vinculado al

		que ese desarrolló en armonía con la naturaleza es posible		conocimiento y la tecnología
¿Se fomenta la BE en el país?	No, por falta de incentivos, información, acercamiento a hogares y empresas. Promoverla fuera de la GAM es importante.	Ley de biodiversidad y forestal, impuesto a los combustibles, programa de pago por servicios ambientales, Costa Rica es el primer país tropical en el mundo en revertir la deforestación, turismo rural /sostenible	No, en el 2018-2020 hubo un apoyo. Se propuso la Estrategia Nacional de bioeconomía (BE), se creó un comité de BE, pero no se reúne desde el 2023, todo se detuvo.	*No se hace referencia directa a la pregunta*
Consideraciones del entrevistado	Empíricamente no he visto que lo ambiental y la equidad social tenga sinergia (usualmente es regresivo). Principalmente los productos con consideraciones ambientales en su producción (productos orgánicos, vehículos eléctricos) los hogares con mayor poder adquisitivo. Por otro lado, ve oportuno el uso	Las concentraciones del mercado de Costa Rica. Cualquier beneficio económico para un sector en particular en Costa Rica, no necesariamente se traduce en un beneficio económico general	Importante que quizás no toda la BE sea amigable con el ambiente, hay que considerar la huella de cada producto/actividad	Hacer explícito el trato que se le dará al sector industrial y al sector servicios dado sus especificidades a la hora de operativizar el concepto. Hay que aclarar que el tema sería analizar el alcance de la contribución al desarrollo sostenible, no la bioeconomía como tal, sino el alcance de su contribución

		de la cuenta satélite para tangibilidad del concepto, son sectores importantes los que se están considerando.			
Bloque Política Fiscal	Consideraciones sobre los escenarios	Capacidad presupuestaria del gobierno limitada. Cerca de tener la deuda por debajo del 60% del PIB, proyectos que disminuyan ingresos del gobierno en el corto plazo van en contra de estos objetivos. Enfoque muy general el que se utiliza como referencia (propuesta de proyecto de ley), usualmente cuando se quiere promover un sector proponen disminuir impuesto sin tomar en cuenta muchas consideraciones. Para renta, se pueden tomar las consideraciones del sector, no	Tomando en cuenta este incentivo perverso en el que se puede convertir cualquier incentivo deben de en el modelo tener esa consideración no racional de la economía.	Adecuado, siguiendo la propuesta de Ley Economía Circular.	Definir muy bien a cuál sector/actividades van a aplicársele los incentivos fiscales. Por ejemplo, en el sector terciario todo lo que es turismo debe de considerarse.

	hacer una reducción a nivel general. Para IVA, bajar el impuesto puede generar distorsiones, pueden no hacerse las acreditaciones correctas como pasa en muchos casos.			
Compatibilidad con el objetivo de superávit primario y reducción de la deuda	Incompatible en el corto plazo	En el corto plazo erosión de la base imponible y por tanto de la recaudación del Estado y eso significa mayor endeudamiento. En el medio y largo plazo <i>el trade off</i> es positivo, habría más recaudación. Hay o que subir un impuesto o que hay que eliminar una exoneración para compensar el escenario planteado	Puede reducir ingresos en el corto plazo, pero dado el aumento de la actividad bioeconómica, por ende, el empleo, se puede aumentar la recaudación de impuestos, hasta las cargas sociales.	Como ejercicio académico está bien, pero inviable en el sentido práctico el escenario de baja en el ISR. Tal vez subir impuesto a plaguicidas y bajar el de fertilizantes, pero algo más puntual
Otros instrumentos de tipo incentivo para fomentar la bioeconomía	Régimen especial para la BE, esquema de renta con diseño	Reproche moral, desde la economía del comportamiento, ejemplo	Quizás implementar una compensación para los ingresos del	Porque más en lugar de centrarse en los impuestos, aumentar en la inversión en

		especial. régimen de tributación simplificada. Devolución del IVA al final, sin distorsionar el impuesto. Reforma selectiva al consumo.	bolsas en los supermercados. El mecanismo de intervención del subsidio, que permite más fiscalización	gobierno, a través de impuestos ambientales.	ciencia. Entonces un poco de inversión en ciencia y desarrollo podría hacer que los subproductos de la economía circular se conviertan en bioeconomía. Cita ejemplo café, palma africana y filets de pescado
Bloque Impactos Económico y Sociales	¿Efectos sobre el empleo, la distribución del ingreso y la riqueza?	Con los escenarios propuestos, se generaría mayor actividad, encadenamientos productivos, mayor empleo y quizás mayor recaudación en el mediano, largo plazo. Si se toman consideraciones adecuadas, puede ser sostenible, la parte ambiental. Donde ve mayor disonancia en la distribución del ingreso, ya que, en su experiencia, las iniciativas ambientales no logran mejorar	Mejora en la riqueza, mejora el empleo, pero en desigualdad históricamente Costa Rica las políticas de Estado no necesariamente la han bajado	Dado el dinamismo en la actividad económica percibe más empleos, mayor ingreso para los hogares, más recaudación de ingresos por cargas sociales, además, menos transferencias corrientes del gobierno, por más empleo y menos pobreza. Pymes con mayor potencial innovador.	Esperaría que hubiera un aumento en la producción, dependiendo del sector, que por ejemplo si es primario deben de considerar la capacidad de carga. Por otro lado, el empleo se verá beneficiado, pero dependerá de nuevo de cual sector recibe el incentivo para ver la que tan buenos son los salarios.

		la distribución del ingreso.			
Principales grupos perjudicados/beneficiados por la promoción de la bioeconomía	Puede darse competencia principalmente en el sector agro y pecuario. Transformación del sector energía, transporte.	Ningún ejercicio económico es perjudicial	BE como nuevo modelo de negocio. CR es el gran ganador, puede ser pionero, hay que aprovechar la oportunidad de aprovechar residuos biológicos para valorizar más la producción y generar nuevas formas de producción.	Cooperativas, empresas exportadoras, instituciones del gobierno donde se reinviertan los impuestos. Considerar a la seguridad social, en este caso la Caja costarricense del seguro social	

Políticas internacionales

En distintas partes del mundo se adoptan políticas que hacen referencia a la bioeconomía en búsqueda de incentivarla, evidenciando una amplia gama de mecanismos fiscales, financieros y normativos implementados en otras latitudes que pueden ser adaptados al caso de Costa Rica. Estas políticas se organizan siguiendo la siguiente clasificación: (i) herramientas de incentivo económico; (ii) fomento a la I+D e innovación; (iii) regulación de mercados; (iv) desarrollo de infraestructura y capacidades; (v) otras políticas transversales y se muestran en la próxima tabla.

Anexo 6. Compilación de políticas adaptadas internacionalmente según clasificación y locación.

País/ Región	Herramientas de incentivo económico	Fomento I+D	Regulación de mercados	Desarrollo de infraestructura y capacidades	Otras	Fuente
-----------------	-------------------------------------	-------------	------------------------	---	-------	--------

UE	<p>*Fondos y subvenciones a empresas bioeconómicas</p> <p>*Creación de centros de excelencia y clústeres</p>	<p>*Programas colaborativos interinstitucionales (Horizon Europe).</p> <p>*Incentivos fiscales para I+D</p>	<p>*Directivas como RED(II/III) imponen cuotas de biocombustible</p> <p>*Normas y certificaciones para bioproductos con criterios estrictos de sostenibilidad</p>	<p>*Desarrollo de biorrefinerías.</p> <p>*Redes regionales de investigación y laboratorios especializados.</p>	<p>*Estrategias nacionales y consejos interministeriales para coordinar políticas</p>	<p>(Nature finance,2024), (IACGB, 2024).</p>
Japón	<p>*Susidios y fondos estatales dirigidos a la biotecnología</p> <p>*Incentivos financieros para startups en biología sintética y digital</p>	<p>*Estrategia Bioeconomía 2019 con asignación significativa de presupuesto para biomanufactura y biología digital</p>	<p>*Normativas de bioseguridad y regulación estricta en materia de OGM, priorizando la protección ambiental y la seguridad alimentaria.</p>	<p>*Centros de biomanufactura de alta tecnología y redes de formación en universidades especializadas</p>	<p>*Integración de la bioeconomía con la innovación digital y políticas de transferencia tecnológica, mediante alianzas público/privadas</p>	<p>(Government of Japan, 2024).</p>
Tailandia	<p>* Modelo BioCircularGreen (BCG) que incluye exenciones fiscales y subsidios a través del BOI.</p>	<p>*Inversión en I+D en sectores estratégicos como biocombustibles y procesos agrícolas innovadores.</p>	<p>*Mandatos de mezcla de biocombustibles y normativas para asegurar estándares de calidad en bioproductos.</p>	<p>*Instalación de plantas piloto en regiones rurales y mejora de la infraestructura logística para biocombustibles y bioinsumos.</p>	<p>*Coordinación interministerial a través de comités BCG y articulación público/privada para consolidar la economía circular y verde.</p>	<p>(Fielding y Aung, 2018).</p>
Malasia	<p>*Programa BioNexus: exenciones fiscales, beneficios administrativos y reducción de cargas impositivas para inversiones en biotecnología.</p>	<p>*Creación de fondos de comercialización y apoyo a la innovación en biotecnología, impulsando proyectos con alto potencial de escalabilidad.</p>	<p>*Normativas de bioseguridad adaptadas a la biotecnología, facilitando la aprobación regulatoria para productos innovadores.</p>	<p>*Desarrollo de parques tecnológicos e incubadoras especializadas en biotecnología, fortaleciendo redes regionales de innovación.</p>	<p>Estrategias integradas que vinculan gobierno y sector privado para generar un ecosistema robusto en bioeconomía</p>	<p>(Malaysian Bioeconomy Development Corporation, 2019).</p>

Brasil	*RenovaBio: sistema de créditos de carbono que premia a productores de biocombustibles. Incentivos financieros para modernización de procesos en la agroindustria	*Programas de I+D a través de EMBRAPA y centros de investigación agropecuaria. Proyectos de biorrefinerías de segunda generación para aumentar el valor agregado.	* Leyes de biocombustibles que establecen cuotas obligatorias y normas de producción sostenible. Regulaciones para OGM en el sector agrícola.	* Inversión en instalaciones para etanol 2G y desarrollo de infraestructuras de biotecnología. Creación de polos tecnológicos y de innovación en agroindustria.	* Integración de políticas ambientales y de cambio climático, articulando estrategias de conservación y desarrollo económico a nivel nacional y regional.	(IEA, 2023), (Nature finance,2024)
Argentina	*Leyes de promoción (p.ej., Ley 26.270 y su extensión Ley 27.685) que ofrecen beneficios fiscales para I+D en biotecnología	*Impulso a proyectos de biorrefinería y biotecnología agrícola mediante financiamiento y colaboración entre el sector público y privado.	<i>*Regulaciones para biocombustibles que establecen cuotas de mezcla y estándares de calidad, junto con normativas específicas para OGM</i>	*Desarrollo de instalaciones piloto para biorrefinerías y fortalecimiento de centros tecnológicos en el ámbito agroindustrial	*Políticas sectoriales coordinadas que integran iniciativas de agricultura, ciencia y tecnología en un marco regulatorio común.	(Texto exacto de la Ley de Biotecnología Moderna, 2022), (Rodríguez y Sotomayor, 2019). (Nature finance,2024)

Nota: Elaboración propia