

CONTRIBUCIONES A UN

GRAN IMPULSO AMBIENTAL

EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE:

BIOECONOMÍA

RAFAEL H. ARAMENDIS
ADRIÁN G. RODRÍGUEZ
LUIZ F. KRIEGER MÉRICO



NACIONES UNIDAS

CEPAL



cooperación
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Contribuciones a un gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe: bioeconomía

Rafael H. Aramendis
Adrián G. Rodríguez
Luiz F. Krieger Merico



Este documento fue preparado por Rafael Aramendis, Consultor de la Unidad de Políticas para el Desarrollo Sostenible, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos; Adrián Rodríguez Jefe de la Unidad Agrícola, División de Desarrollo Productivo y Empresarial, y Luiz Krieger Merico, Oficial de Asuntos Económicos de la Unidad de Políticas para el Desarrollo Sostenible, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). El documento es el resultado de la colaboración entre las Divisiones de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos y de Desarrollo Productivo y Empresarial y contó con los comentarios de Joseluis Samaniego y Carlos de Miguel.

Una versión preliminar de este documento fue presentada en el Seminario Regional Bioeconomía en América Latina y el Caribe 2018, realizado en la sede de la CEPAL, en Santiago los días 24 y 25 de enero de 2018. La sección II. D fue revisada y ampliada a partir de las presentaciones de Eduardo Trigo, Antonio Oliveira, José Hernando Gómez, Federico Torres, y Alfredo López en dicho seminario. Se agradecen los comentarios de estos y los demás participantes en el Seminario.

Esta publicación se elaboró con el aporte financiero del proyecto "Avanzar en la identificación de un paquete de inversiones en sectores clave para la promoción de un gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe en el contexto de la Agenda 2030" en el ámbito del programa de cooperación entre la CEPAL y la Agencia Alemana de Cooperación internacional (GIZ) 2016-2018 y recursos de la Cuenta de las Naciones Unidas para el Desarrollo (Proyecto "Coordination, Coherence and Effectiveness for Implementing the Environmental Dimension of the 2030 Agenda in Latin America and the Caribbean").

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/TS.2018/51
Distribución: Limitada
Copyright © Naciones Unidas, julio de 2018. Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.18-00540

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Publicaciones y Servicios Web, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Resumen	5
Introducción	7
I. Algunas consideraciones sobre la bioeconomía	11
A. Origen del concepto	11
B. Elementos de la bioeconomía	11
C. Bioeconomía y nuevos paradigmas productivos	14
II. Desarrollos internacionales en bioeconomía	17
A. La bioeconomía en Europa	17
B. La bioeconomía en Estados Unidos y Canadá	20
C. La bioeconomía en otros países	22
D. La bioeconomía en América Latina.....	25
E. Pertinencia para América Latina y el Caribe de instrumentos propuestos para el desarrollo de la bioeconomía en países fuera de la región	33
III. Áreas de aplicación de la bioeconomía en América Latina y el Caribe	39
A. Identificación de los sectores potenciales	39
B. Características de los sectores potenciales	39
IV. Barreras que limitan el desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe	49
A. Identificación y evaluación de regulaciones	49
B. Identificación y evaluación de instrumentos para el fomento del bio-emprendimiento.....	59
C. Identificación de barreras que limitan el acceso al mercado de nuevos productos de la bioeconomía	64
V. Resumen, conclusiones y recomendaciones.....	71
A. Resumen	71
B. Conclusiones	73
C. Recomendaciones.....	75
Bibliografía.....	79

Cuadros

Cuadro 1	Definiciones de bioeconomía.....	12
Cuadro 2	Valor de mercado y tasas de crecimiento de algunos sectores relacionados con el uso sostenible / valoración de la biodiversidad.....	42
Cuadro 3	Valores de mercado globales y potenciales para las áreas de bioestimulantes y reguladores de crecimiento vegetal.....	45
Cuadro 4	Barreras regulatorias identificadas para el Sendero de Valoración de la Biodiversidad	51
Cuadro 5	Barreras regulatorias identificadas para el desarrollo de la bioeconomía a partir de la bioenergía y energías alternativas	53
Cuadro 6	Barreras regulatorias identificadas para el desarrollo de la bioeconomía a partir de la eointensificación	55
Cuadro 7	Barreras regulatorias identificadas para el sendero de productos y procesos biotecnológicos	56
Cuadro 8	Clasificación de las Medidas No Arancelarias (MNA) según la UNCTAD	65
Cuadro 9	Barreras comerciales identificadas para el Sendero de Valoración de la Biodiversidad	66
Cuadro 10	Barreras comerciales identificadas para el sendero de bioenergía y energías alternativas.....	67
Cuadro 11	Barreras comerciales identificadas para el sendero de eointensificación en la agricultura	68
Cuadro 12	Barreras comerciales identificadas para el Sendero de Productos y Procesos biotecnológicos	69
Cuadro 13	América Latina (10 países): identificación de oportunidades potenciales para el desarrollo de la bioeconomía.....	72
Cuadro 14	La bioeconomía, el cambio estructural progresivo y el gran impulso ambiental	75

Recuadros

Recuadro 1	Recomendaciones del Consejo Alemán de la Bioeconomía "Further Development of the National Research Strategy BioEconomy 2030"	18
Recuadro 2	Mercados líderes de la tecnología ambiental y la eficiencia de los recursos.....	40

Diagramas

Diagrama 1	Un gran impulso ambiental	10
Diagrama 2	Elementos de la bioeconomía	13
Diagrama 3	Bioeconomía: cascadas de uso y de valor de la biomasa.....	14
Diagrama 4	Estructura Sectorial en Canadá para el Desarrollo de la Bioeconomía	21
Diagrama 5	Recursos estratégicos, plataformas tecnológicas, rutas y productos para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe	26
Diagrama 6	Argentina: Estructura operativa del Consejo Interministerial para el desarrollo de la bioeconomía.....	28
Diagrama 7	Ecuador: Ecosistema de Innovación e Inversión Pública – Privada – Comunitaria para el Fomento de la BioEconomía.	32
Diagrama 8	Elementos del proceso para el Desarrollo de la Bioeconomía.....	34
Diagrama 9	Entidades en investigación, desarrollo y apoyo gremial para bioeconomía en América Latina	38
Diagrama 10	Vínculos entre las áreas estratégicas para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina y la producción de diferentes bienes y servicios de base biológica	47
Diagrama 11	Fuentes de financiamiento para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina	63

Resumen

El documento identifica factores institucionales, regulaciones y barreras de acceso al mercado que limitan el desarrollo de inversiones y el aprovechamiento del potencial que ofrece la bioeconomía, como elemento articulador de un nuevo modelo de desarrollo más inclusivo, eficiente y sostenible, coherente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. Se argumenta que la bioeconomía provee un marco de políticas para apoyar a un cambio estructural progresivo sobre la base de un gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe.

La bioeconomía promueve nuevas formas de organización de las cadenas de valor asociadas a la biodiversidad (bio-cadenas) y la generación de flujos de economía circular. Busca reducir la dependencia de los recursos fósiles y promueve la producción y utilización intensiva del conocimiento que se tiene de los recursos, procesos y principios biológicos, para el suministro sostenible de bienes y servicios en todos los sectores de la economía (bioenergía, agrícola y bioinsumos, alimentos, fibras, productos para la salud, productos industriales y bioplásticos). Reconoce el rol primordial del conocimiento científico-tecnológico como motor fundamental para redefinir las relaciones entre el sector agropecuario, la biomasa y la industria. Se reduce o elimina producción de residuos, se generan nuevos productos y servicios y se crean nuevas fuentes de crecimiento económico y social equitativo.

La mayor fortaleza de América Latina y el Caribe para aprovechar el potencial de la bioeconomía está en su abundante y poco explorada y valorizada base de recursos biológicos. Para aprovechar estas ventajas es necesario pasar las acciones aisladas y no coordinadas, a la definición de políticas y planes de Estado, y a estimar los impactos sociales y económicos que las mismas generen. Con un mercado global en expansión para los bienes y servicios de base biológica, la bioeconomía podría asumir importancia estratégica para diversificar la estructura productiva e incrementar la agregación de valor de una manera sostenible.

Introducción

En el documento presentado por la CEPAL durante su trigésimo sexto período de sesiones, “*Horizontes 2030: la igualdad en el centro del desarrollo sostenible*” (CEPAL, 2016a) se plantea la propuesta de una nueva agenda de desarrollo que busca compatibilizar objetivos de crecimiento con objetivos de inclusión social y de sostenibilidad ambiental. El concepto ordenador de la propuesta es el *cambio estructural progresivo sobre la base de un gran impulso ambiental*, definido como un proceso de transformación hacia actividades y procesos productivos intensivos en aprendizaje e innovación, que deben estar asociados a mercados en rápida expansión, que permitan aumentar la producción y el empleo y favorecer la protección del medio ambiente y el desacople entre crecimiento económico y las emisiones de dióxido carbono, principalmente las de origen fósil. Un gran impulso requiere una intervención articulada de múltiples actores para la preservación y uso sostenible de recursos naturales y servicios ambientales para mantener la estabilidad de los sistemas económicos.

Un gran impulso, en términos económicos, depende de un paquete coordinado de inversiones que se complementen entre sí. Son los procesos que Paul Rosenstein-Rodan (1961), un pionero de teoría del desarrollo llamó gran impulso (*big push*), donde cada inversión/política debe coordinarse con inversiones/políticas paralelas en otros sectores para que cada una de ellas sea rentable y viable (CEPAL, 2016). Se expone la necesidad de expandir la demanda y el mercado de forma que los emprendedores se sientan seguros en incurrir con los costos de industrialización. En esa lógica de gran impulso (*big push*) tiene importancia todo lo que hace estímulo al aumento de la demanda, sean gastos públicos, inversiones, financiamientos, ayuda externa, régimen de impuestos o cambios en el sistema de precios. En ese sentido, un mínimo de coordinación, articulación e inversiones es necesario para que programas de desarrollo tengan éxito. Rosenstein-Rodan presenta la analogía de un avión en su despliegue, que demanda al mismo tiempo velocidad, energía, estructura física, peso, tiempo, etc. concurrendo hacia el mismo objetivo - el despliegue. En la teoría del gran impulso, inversiones y políticas aisladas (*bit by bit allocation*) no pueden mover la economía hacia el camino del desarrollo económico.

El punto de partida del análisis de Rosenstein-Rodan es la existencia de indivisibilidades. Porcile (2016) sostiene que la indivisibilidad en las funciones de producción significa que la oferta de bienes y servicios sólo puede producirse a partir de una escala mínima, lo que se observa especialmente en el caso de las inversiones en infraestructura social. Implantar la infraestructura energética, de transporte, comunicaciones y utilidades públicas exige una inversión inicial muy alta, de larga maduración y sujeta a economías de escala — o sea, el costo medio de producción cae a medida que aumenta la cantidad producida. La rentabilidad de la inversión en infraestructura sólo se logra si detrás

de ella viene un conjunto de otras inversiones que la utilizan; estas últimas, a su vez, sólo son viables si existe la infraestructura. Hay entonces un tema de coordinación que la presente estructura de precios no resuelve. Desbloquear este escenario, en que es muy arriesgado hacer el primer movimiento, puede lograrse por medio de un paquete coordinado de inversiones que viabiliza simultáneamente las distintas actividades.

Así, procesos y productos que generen un gran impulso no son producidos aisladamente, pero en sistemas donde cada innovación crea problemas a ser resueltos y nuevas soluciones (Freeman, 2008), que van encadenando nuevos y más complejos procesos. Los complejos circuitos entre políticas gubernamentales, sectores privados, consumidores, organizaciones, son muchas veces imprevisibles, y sin una clara dirección pueden perderse o nunca ocurrir.

Para Mazzucato & Perez (2014), el sentido de dirección de un gran impulso es definido como su estrategia fundamental. En ese sentido, la dirección propuesta es lo que caracteriza un gran impulso y es una definición de carácter sociopolítico. La definición de una dirección produce una trayectoria convergente de los múltiples y diferentes actores, sectores e inversiones – permitiendo las innovaciones y los procesos sinérgicos – entre los suministros, habilidades, equipamientos, servicios, distribuciones, redes, demandas, patrones, etc. En el caso de un gran impulso ambiental, Mazzucato & Perez (2014) defienden que la tendencia hacia la sostenibilidad tiene que ser puesta en marcha por un conjunto de políticas públicas claras, coherentes y continuadas, sin las cuales las inversiones, tasas, regulaciones, precios y otros componentes del gran impulso no van a seguir una trayectoria de innovaciones. En este documento se plantea la bioeconomía ofrece un sentido de dirección y un conjunto de políticas públicas claras, coherentes y continuadas para lograr una trayectoria de innovaciones que conducen a la descarbonización de la economía.

Esa reorientación es también inductora de crecimiento económico. Harris (2008) defiende que cambios en matrices de energía, tecnologías y patrones de producción hacia eficiencia energética y fuentes de bajo carbono, por ejemplo, conducen a una continuidad del crecimiento económico. Desde esa perspectiva las inversiones necesarias para proveer mejor salud pública, nutrición y educación o para la transición hacia una economía de bajo carbono, se configuran más como beneficios que como costos. Ese abordaje está en línea con el pensamiento original keynesiano en que el aumento de la demanda agregada produce beneficios netos por medio de los gastos originales y de sus efectos multiplicadores.

Para el caso de un gran impulso ambiental, se debe tener claro que existen muchos caminos potenciales para el crecimiento económico, superando la idea (muy común en la economía neoclásica) de que haya uno camino solo hacia el crecimiento – normalmente requiriendo fuertes políticos de estabilización macroeconómicas. Eso incluye la consideración de diferentes dimensiones para el crecimiento además del aumento de bienes y de la dimensión monetaria del PIB. Harris (2008) también enfatiza que las políticas gubernamentales juegan un rol esencial en la definición de cual camino de crecimiento será seguido. De la misma manera, Samaniego (2016) considera que un gran impulso ambiental debería contemplar opciones de políticas públicas como la eliminación de subsidios nocivos para el medio ambiente, la modificación de los precios relativos para encarecer lo menos sostenible, la prestación de servicios públicos de calidad y la búsqueda de soluciones para reducir la congestión y la contaminación en las ciudades.

Un gran impulso ambiental, por lo tanto, es producto de una reorientación coordinada de políticas, inversiones, regulaciones, régimen de impuestos, etc., hacia el crecimiento económico, la generación de empleos y desarrollo de cadenas productivas, la disminución de la huella ambiental y el mantenimiento/recuperación de la capacidad productiva del capital natural (incluyendo sus servicios ambientales). No se crea, por ejemplo, un nuevo sistema de transporte sin una expansión simultánea de la infraestructura vial, los servicios de apoyo, las redes y ciudades inteligentes, las interconexiones físicas y virtuales, y la capacidad de operar, mantener, reparar y, en algunos casos, producir los equipos y vehículos necesarios. No hay cambios en los patrones de consumo y producción si la estructura de costos y precios (incluidos subsidios e impuestos ambientales) no penaliza los procesos y bienes contaminantes.

Finalmente, implementar un paquete coordinado de inversiones y políticas hacia un gran impulso ambiental es parte de la respuesta necesaria - en términos de estrategia e instrumentos - para la construcción de un desarrollo sostenible, para la implementación de la Agenda 2030, del Acuerdo de París y de la Nueva Agenda Urbana.

En ese contexto, la bioeconomía es un concepto que se ha posicionado durante la última década como marco de referencia para el diseño e implementación de políticas de desarrollo productivo e innovación coherentes con el objetivo de contribuir a un gran impulso ambiental. El desarrollo de estrategias de bioeconomía permite transitar hacia formas de producción y consumo sostenibles con fuerte generación de empleo e ingresos, en las que se minimice o elimine la generación de desechos y el uso de combustibles y recursos de origen fósil (por ejemplo, Rodríguez et al., 2017; Adamowicz, 2017 y Dubois y Gomez, 2016).

El concepto de bioeconomía incluye tres elementos: (a) el consumo y la producción de bienes y servicios a partir del uso directo y la transformación sostenibles de *recursos biológicos*, incluyendo los desechos biomásicos que se generan en su transformación, producción y consumo, (b) el aprovechamiento del *conocimiento de los principios y procesos biológicos* y (c) las *tecnologías* aplicables al conocimiento y transformación de los recursos biológicos y a la emulación de principios y procesos biológicos.

En América Latina hay un gran potencial para el desarrollo de la bioeconomía, como una alternativa para la diversificación productiva y la agregación de valor en el medio rural, especialmente en los sectores agrícola y agroindustrial, a la vez que se alcanzan objetivos de sostenibilidad. La biodiversidad (incluida la agrobiodiversidad), especialmente en países megadiversos y con ecosistemas únicos, la capacidad para producir biomasa para diversos usos, además de alimentos, y la disponibilidad de desechos agrícolas y agroindustriales son tres ejemplos de recursos biológicos que pueden servir de base para el desarrollo de estrategias nacionales y regionales de bioeconomía (Rodríguez et al. 2017).

La base material de la bioeconomía son los recursos biológicos; por lo tanto, es una alternativa real para la descarbonización de la economía; y en particular, para un crecimiento con desacople de emisiones, que contribuya a la diversificación productiva, especialmente en los sectores agrícola y agroindustrial. Por lo tanto, la bioeconomía ofrece una ruta para el cambio estructural, desde una perspectiva de sostenibilidad, proveyendo nuevas opciones para el desarrollo agrícola y rural y la creación de empleos de calidad, abriendo nuevas oportunidades para la agricultura (como una actividad ya no solo dedicada a producir alimentos e ingredientes, sino también a la producción de biomasa para usos múltiples), y creando oportunidades para el desarrollo de nuevas cadenas de valor.

En resumen, la bioeconomía provee un marco de políticas para apoyar un cambio *estructural progresivo sobre la base de un gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe*. Esa es la tesis central del presente documento. En particular, el documento tiene como objetivo identificar factores institucionales que limitan el desarrollo de inversiones y el aprovechamiento del potencial que ofrece la bioeconomía, como elemento articulador de un nuevo modelo de desarrollo más inclusivo, eficiente y sostenible, coherente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 y la idea de un gran impulso ambiental.

La primera sección presenta una revisión breve del concepto de bioeconomía, destacando el origen del concepto, sus principales elementos y su relación con nuevos paradigmas productivos, tales como los conceptos de biorrefinería y de economía circular.

La segunda sección revisa desarrollos internacionales en bioeconomía, en Europa, América del Norte, Asia, África y América Latina, complementando la revisión presentada en Rodríguez et al. (2017). Además, se evalúa la pertinencia para América Latina y el Caribe de instrumentos propuestos para el desarrollo de la bioeconomía en países fuera de la región, enfatizando cuestiones de proceso y gobernanza e instrumentos de política.

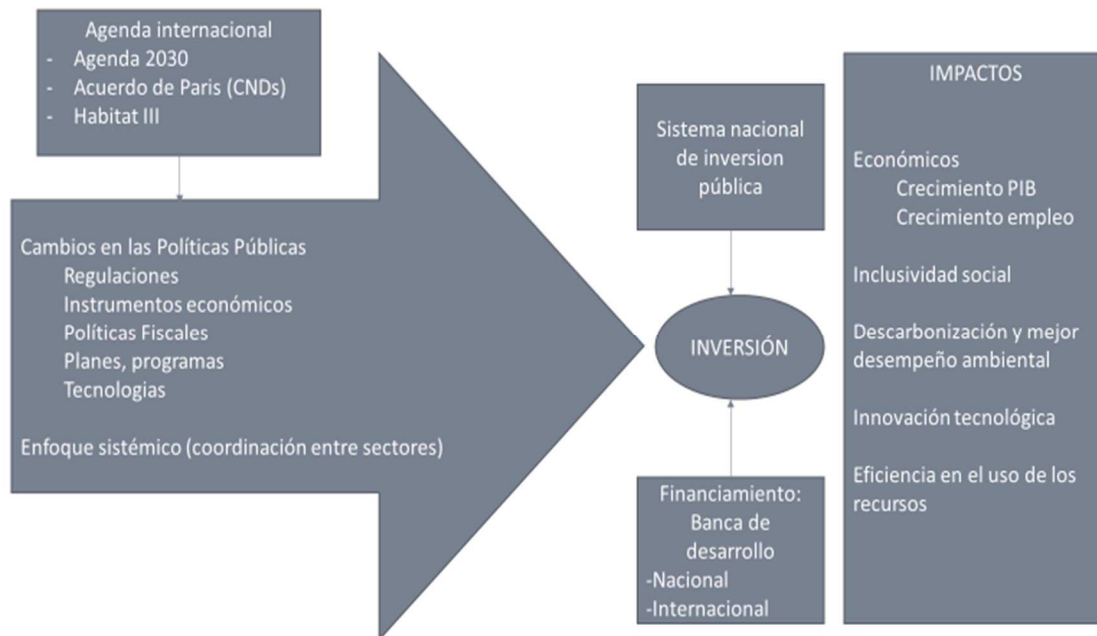
En la tercera sección se identifican y caracterizan cinco áreas estratégicas potenciales para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe, que incluyen la valoración de la

biodiversidad, la bioenergía, la ecointensificación en la agricultura, los productos y procesos biotecnológicos, y los servicios ecosistémicos. También se presentan casos exitosos de iniciativas

En la cuarta sección, para cada una de dichas áreas se identifican y analizan tres elementos: a) las regulaciones que pueden limitar o potenciar su desarrollo; b) los instrumentos de fomento disponibles en América Latina y el Caribe para el apoyo a nuevos emprendimientos en bioeconomía; y c) las barreras que limiten el acceso al mercado de nuevos productos de la bioeconomía, tanto de aquellos que sustituyen productos derivados de recursos fósiles, como de productos nuevos.

Finalmente, en la quinta sección se presentan conclusiones y recomendaciones. El diagrama abajo presenta una visión del concepto de un gran impulso ambiental.

Diagrama 1
Un gran impulso ambiental
Ilustración



Fuente: Elaboración propia

I. Algunas consideraciones sobre la bioeconomía¹

A. Origen del concepto

El concepto de bioeconomía fue planteado inicialmente por Nicholas Georgescu-Roegen (1975, 1977), para destacar el origen biológico de los procesos económicos y a partir de ello poner de relieve los problemas que le plantea a la humanidad el depender de una cantidad limitada de recursos utilizables (por ejemplo, disponibilidad de tierra apta para la agricultura) y que se encuentran distribuidos de manera desigual².

Las acepciones modernas del concepto han evolucionado desde un enfoque muy centrado en el desarrollo del conocimiento en las ciencias biológicas, en particular la biotecnología (knowledge-based bio-economy), hacia un enfoque que rescata la importancia de recuperar la base biológica de la actividad económica (bio-based economy), así como la relevancia del “conocimiento” de los procesos biológicos. La conceptualización actual que consideramos más integral es la que hace el Consejo Alemán para la Bioeconomía (cuadro 1).

B. Elementos de la bioeconomía

Los elementos centrales de la bioeconomía son los recursos, sistemas, principios y procesos biológicos, así como todas las tecnologías asociadas a su conocimiento, desarrollo, emulación, transformación o regeneración. El diagrama 2 ilustra cómo se articulan dichos elementos. Más que un sector, la bioeconomía es una red de cadenas de valor interconectadas, que incluyen la totalidad de las actividades agropecuarias, forestales, de pesca y acuicultura, las industrias de alimentos y bebidas y de la pulpa y el papel, así como segmentos de las industrias química, farmacéutica, cosmética, textil y automotriz y energética (von Braun, 2015).

¹ Esta sección se basa en Rodríguez et al., (2017).

² Según Georgescu-Roegen, “The new approach, as I have proposed to call it, is bioeconomics. [...] The term is intended to make us bear in mind continuously the biological origin of the economic process and thus spotlight the problem of mankind’s existence with a limited store of *accessible* resources, unevenly located and unequally appropriated” (Georgescu-Roegen, 1977, p. 361).

Cuadro 1 Definiciones de bioeconomía

Georgescu-Roegen (1975):

El término [bioeconomía] tiene el propósito de recordarnos continuamente el origen biológico del proceso económico y así destacar el problema de la existencia de la humanidad con una limitada cantidad de recursos accesibles, desigualmente ubicados y desigualmente apropiados "

Unión Europea 2005 (New perspectives in the knowledge-based bio-economy) y 2007 (En Route to the Knowledge-Based Bio-Economy):

La bioeconomía basada en el conocimiento (KBBE) puede definirse como " la transformación del conocimiento de las ciencias de la vida en productos nuevos, sostenibles, ecoeficientes y competitivos"

OECD 2009 (The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda):

La bioeconomía se refiere al conjunto de actividades económicas relacionadas con la invención, desarrollo, producción y uso de productos y procesos biológicos.

Unión Europea 2012 (Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe):

La Bioeconomía incluye "producción de recursos biológicos renovables y la conversión de estos recursos y flujos de desechos en productos de valor agregado como alimentos, piensos, productos de base biológica y bioenergía"

Consejo Alemán para la bioeconomía, 2017

El consejo "percibe la bioeconomía como la producción basada en el conocimiento y la utilización de recursos, principios y procesos biológicos, para proveer productos y servicios a todos los sectores del comercio y la industria dentro del contexto de un sistema económico adecuado para el futuro"

Fuente: Elaboración propia.

Los recursos biológicos son todo el conjunto de formas de vida y la información genética que portan. Ello incluye virus, bacterias y microorganismos en general, y todas las formas de biomasa, incluyendo la biomasa de desecho derivada de los procesos de producción y consumo. Dado que tales recursos son específicos a su lugar de origen, desde el punto de vista de productivo se puede hablar de bioeconomías, más que de bioeconomía en términos genéricos.

Los **principios biológicos** son conceptos que permiten explicar la existencia de los seres vivos; son el equivalente de las Leyes en la física. Entre ellos destacan los principios de la unidad *universalidad / unidad funcional* (todo organismo actual como un todo indisoluble, compuesto por células, que están basadas en una bioquímica común, y que se perpetúan mediante un código genético); *la evolución* (toda forma de vida descende de un antepasado común); *la diversidad* (los seres vivos difieren en morfología, comportamiento y ciclos vitales), *la continuidad* (todos los organismos existentes en la Tierra en la actualidad descenden de un ancestro común³- i.e. la vida, tal como la conocemos en la actualidad no emerge de la nada), y *la interacción* (todos los seres vivos interaccionan con otros organismos y con su entorno.).

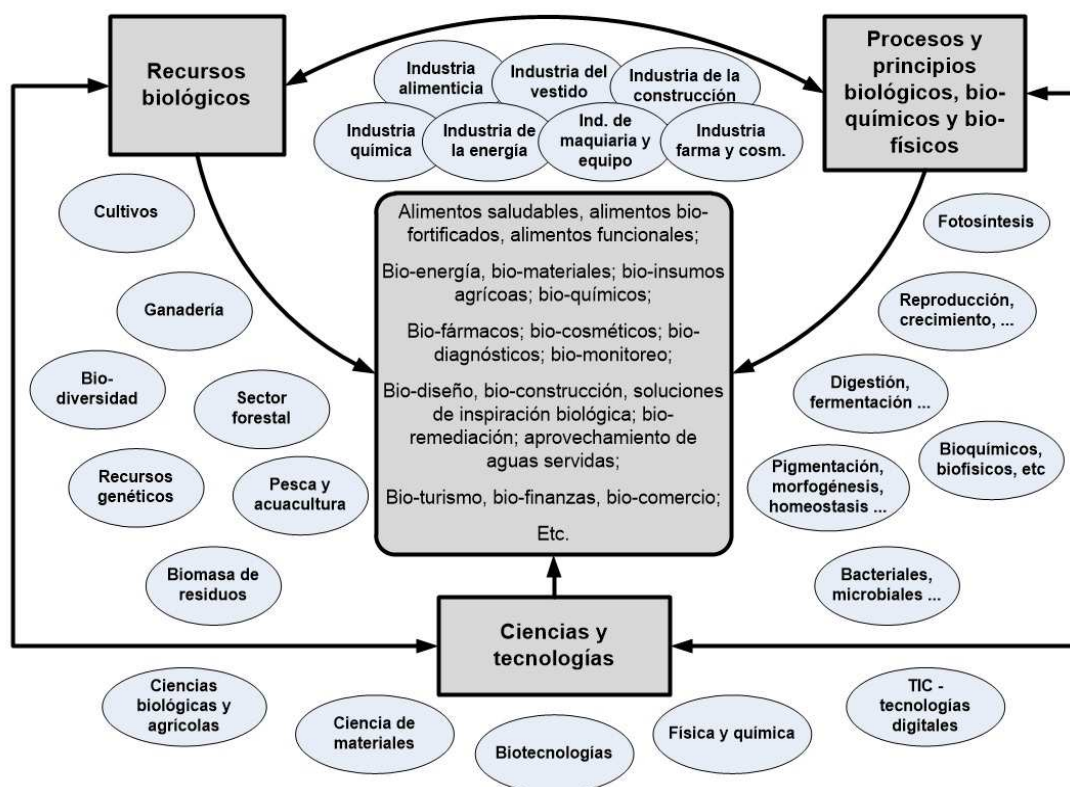
Los **procesos biológicos** son los aquellos asociados a los seres vivos (i.e. que permiten la vida). Entre ellos se encuentran la reproducción, el crecimiento, la respuesta a estímulos, la digestión, la pigmentación, la fermentación, la adherencia y la comunicación celular, la homeostasis (capacidad de los organismos vivos de mantener una condición interna estable compensando los cambios en su entorno mediante el intercambio regulado de materia y energía con el exterior), y la morfogénesis (el proceso biológico por medio del cual un organismo desarrolla su forma).

Un concepto importante para la bioeconomía es el de **biomimetismo** (Vincent et al., 2006) se refiere a la replicación de procesos biológicos en procesos productivos (e.g. biomanufactura) o en el diseño de sistemas socio-tecnológicos (por ejemplo, control de temperatura, eliminación de desechos, control de tráfico). Janine Benyus⁴ ha definido la biomímica como *innovación sostenible inspirada por la naturaleza* (Benyus, 1997). Conceptos similares incluyen los de ecosistema industrial (Frosch y Gallopoulos, 1989), simbiosis industrial (Lombardi y Laybourn, 2012) y economía azul (Pauli, 2010).

³ Se considera que el ancestro común más reciente de todos los organismos que existen ahora apareció hace alrededor de 3.500 millones de años.

⁴ Benyus es cofundadora del Biomimicry Institute (<https://biomimicry.org>)

Diagrama 2
Elementos de la bioeconomía
Ilustración



Fuente: Basado en Rodríguez et al. (2017).

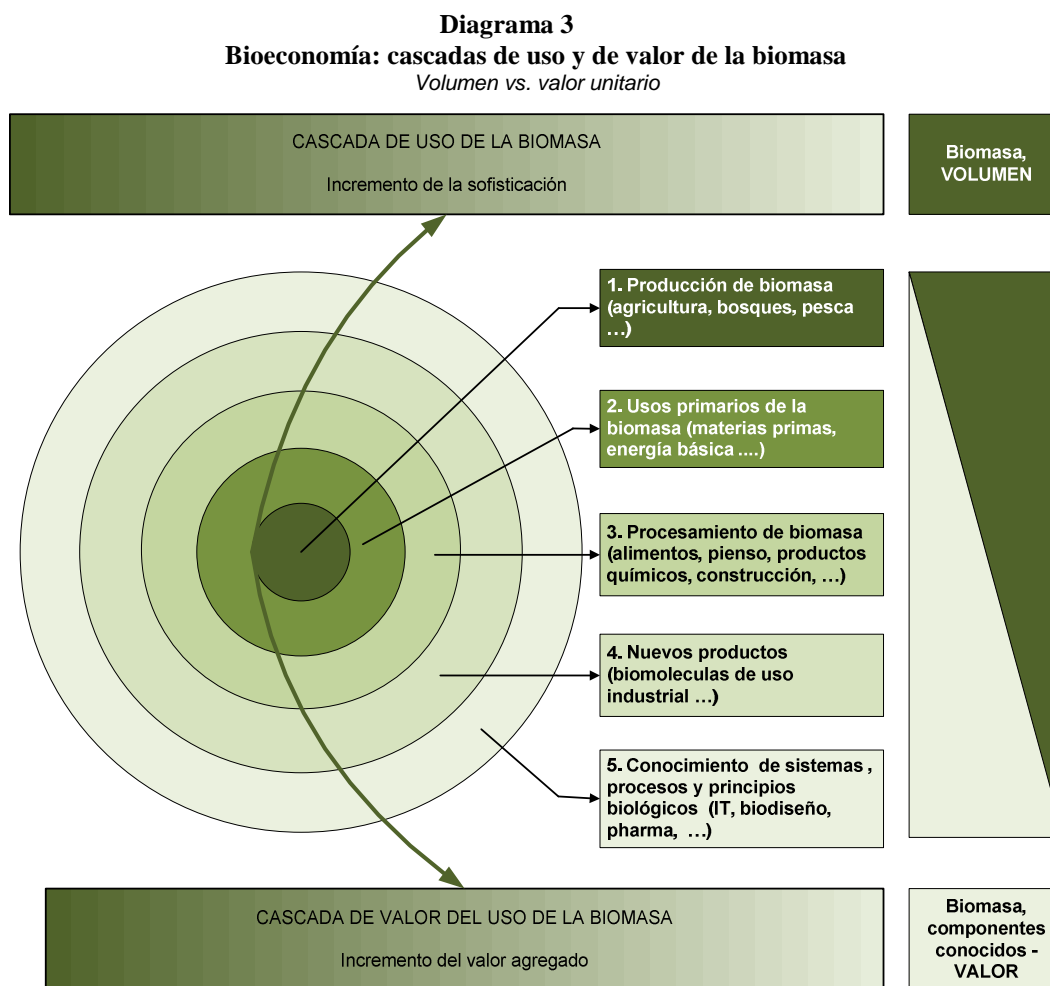
Las tecnologías asociadas a la biología (e.g. biotecnología, la ingeniería genética) son centrales para potenciar el desarrollo de la bioeconomía, pues permiten aumentar las fronteras para la utilización sostenible de toda la gama de recursos biológicos disponibles. Hay un rango amplio de aplicaciones de la biotecnología y de la ingeniería genética que han sido incluidas en distintas estrategias para el desarrollo de la bioeconomía, destacando las denominadas biotecnología blanca (aplicaciones industriales), la biotecnología gris (aplicaciones a la solución de problemas ambientales), la biotecnología verde (aplicaciones en la agricultura), la biotecnología azul (aplicaciones en el ámbito de los recursos marinos) y la biotecnología roja (aplicaciones en el campo de la medicina).

Otros ámbitos científicos relevantes para la bioeconomía asociados a la biología incluyen disciplinas como la genómica y las ómicas (por ejemplo, *proteomics*, *lipidomics*, *glycomics*) en general (Jiménez-Sánchez y Philp 2015), la ingeniería bioquímica (por ejemplo, Noormana y Heijnenb2017), la biología sintética (por ejemplo, Flores y Tangney 2017), y la química verde (por ejemplo, Makarova et al. 2017), así como herramientas que surgen de la interdisciplinaridad y la convergencia tecnológica.

C. Bioeconomía y nuevos paradigmas productivos

1. Biorrefinerías

Una biorrefinería se diferencia de una refinera petroquímica en que utiliza insumos biológicos (e.g. Sauvée y Viaggi, 2016; Koltuniewicz y Dabrowska, 2016). Una biorrefinería permite la producción conjunta de bioenergía y bioproductos, a partir de la optimización de la cascada de usos de la biomasa, tanto de biomasa cultivada como de “biomasa de desecho” (diagrama 3).



Fuente: Adaptado de von Braum (2015).

Dependiendo de su orientación, se identifican dos tipos de biorrefinerías (Jungmeir 2014): a) biorrefinerías orientadas a la bioenergía, en las que se puede producir uno o más tipos de bioenergía (por ejemplo, combustibles, electricidad y/o calor) a partir de biomasa y se valorizan los residuos biomásicos derivados mediante la elaboración de otros productos de base biológica; y b) biorrefinerías orientada a bioproductos, en las cuales el objetivo central es la producción de uno o más productos de base biológica (por ejemplo, químicos, materiales, alimentos/piensos) a partir de biomasa y los residuos resultantes se utilizan para la producción de bioenergía para uso interno / externo. En ambos casos se busca maximizar la rentabilidad económica de la cadena de biomasa. La variedad de productos que se pueden obtener en una biorrefinería es amplia y depende de la variedad de biomásas utilizadas y del tipo de tecnologías que se utiliza en su transformación.

S. Venkata Mohan y sus colegas (2016) han desarrollado el concepto de “biorrefinerías de desechos” y destacan perspectivas sobre su potencial en el caso de India (2017a), considerando la posibilidad de secuestro de dióxido de carbono (2017b). También hay literatura reciente sobre biorrefinerías que utilizan como base la caña de azúcar, con un enfoque que supera la visión convencional de producción de biocombustibles de primera generación (véanse por ejemplo, Kuila y Sharma, 2017; Silva et al., 2016, Vaz Jr., 2017); algo similar se identifica en el caso de la palma de aceite (Silva et al., 2016, Soh, 2016) y en evaluaciones del potencial y las alternativas en países en desarrollo (por ejemplo, Sadhukana et al. 2017, para Malasia). Otros ejemplos ilustrativos incluyen a Deswarte (2017), para el Reino Unido, Sillanpää y Ncibi (2017), sobre biorrefinerías de escala industrial, y Visser y Ree (2017) que analizan el caso de las biorrefinerías de pequeña escala.

El concepto de bioindustria (términos relacionados son “industria de base biológica” y “biomanufactura”) está estrechamente relacionado con el de biorrefinería. Por un lado, la biorrefinería en sí misma una actividad bioindustrial; y además, puede proveer insumos para otros sectores de biomanufactura. Revisiones recientes incluyen la visión global de Parisi y Ronzon (2016), un panorama para Asia de Lee et al. (2015), una revisión de Golden (2016) sobre el contexto en los Estados Unidos, y una visión general y perspectivas de la situación en China por Wang et al. (2017).

2. Sistemas productivos de ciclo cerrado y economía circular

El concepto bioeconomía es consistente con enfoque productivos de economía circular (esto es, de ciclo cerrado) como los de ecología o ecosistema industrial (Frosch y Gallopoulos, 1989) y simbiosis industrial (Lombardi y Laybourn, 2012), así como con conceptos más recientes, como el de economía azul, impulsado por Gunter Pauli (Pauli, 2010). Todos estos conceptos tienen en común el referirse a sistemas productivos en los cuales se busca aprovechar todos los desechos que se generan en la producción y el consumo, de manera que se eliminan o minimizan las pérdidas de energía que representan sus descargas al ambiente (Rodríguez et al. 2017).

El concepto de economía circular destaca en literatura reciente relacionada con la bioeconomía. Por ejemplo, Maina et al. (2017), asociado a la elaboración de bioproductos; Hagman y Eklund (2016), vinculado con la producción de biogás; S. Venkata Mohan et al. (2017b), asociado al secuestro de CO₂; y Sheridan (2016), asociado al desarrollo de bioindustrias.

En el ámbito de las políticas Dodick y Kauffman (2017) revisan la política sobre economía circular de la Unión Europea, que abarca muchos temas del ámbito de la bioeconomía; por ejemplo, la eficiencia en el uso de recursos en la producción y el consumo, el manejo de desechos para la obtención de materias primas secundarias y la producción de energía, la reutilización del agua, el uso de la biomasa y la elaboración de productos de base biológica, y el desarrollo de las bioindustrias. Estos autores concluyen que las políticas de cambio climático y de eficiencia en el uso de los recursos, como son las iniciativas de economía circular, “parecían estar en gran medida desconectadas en la práctica”, destacando la necesidad de mayores esfuerzos para integrar tales políticas con una estrategia de bioeconomía (p. 24).

II. Desarrollos internacionales en bioeconomía

El concepto de bioeconomía emergió durante los años noventa en Europa, como respuesta a las demandas de una mayor competitividad y visualizándola como un proceso de desarrollo intensivo en la aplicación del conocimiento, sobre todo en las ciencias de la vida. Actualmente existen estrategias dedicadas de bioeconomía en Alemania, España, Finlandia, Francia, Italia, Malasia, Noruega, Sudáfrica y Tailandia; procesos en marcha en varios países europeos (e.g. Reino Unido, Italia, Suecia) y estrategias ámbitos relacionados tales como la industrialización de la biomasa (Japón, Malasia), la bioenergía (Australia, Brasil, Filipinas, Ghana, India, Indonesia, Kenia, Mali, Mozambique, Nueva Zelanda, Reino Unido), la biotecnología en diversos ámbitos (Australia, Brasil, Canadá, Corea del Sur, India, Reino Unido, Tailandia), la bioindustria (Australia, Austria, China, Reino Unido, Noruega, Rusia), la economía verde (Irlanda, Suiza), y la economía de los océanos (Mauricio, Países Nórdicos Occidentales).

A. La bioeconomía en Europa

1. La estrategia modelo regional

La estrategia de bioeconomía en la Unión Europea, “*Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*”, publicada en febrero de 2012, descansa en tres pilares: i) inversión en investigación, innovación y educación para la bioeconomía; ii) coordinación y compromiso de los responsables políticos y de las partes interesadas (e.g. mecanismos de concertación, tales como paneles y foros, y mecanismos de divulgación, como el Observatorio de Bioeconomía; y iii) La apertura de mercados y la mejora de la competitividad en el sector de la biotecnología. La Estrategia y su Plan de Acción hacen hincapié en la importancia de la bioeconomía para Europa en el abordaje de los principales desafíos sociales y económicos, y en la creación de un entorno favorable para su abordaje.

Un antecedente importante en el desarrollo de la Estrategia de Bioeconomía en Europa se publicó en el año 2009, cuando se presentó la estrategia de la OECD (Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico) “La Bioeconomía 2030: Diseñando una agenda política”, que se constituyó en un importante estímulo para desarrollar las estrategias tanto nacionales como regionales en Europa otros países miembros de dicho organismo.

2. La bioeconomía en Alemania

Alemania ocupa una posición de liderazgo internacional en bioeconomía. En 2010 publicó su *Estrategia Nacional de Investigación Bioeconomía 2030*, una estrategia diseñada para seis años para la aplicación en todas las áreas de política pública, bajo la dirección del Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF), junto con otros seis ministerios. Hasta 2016, se habían destinado € 2.400 millones a investigación y desarrollo (I + D), como parte de dicha estrategia. El contenido de la estrategia involucra cinco campos de acción clave: i) Asegurar la nutrición global; ii) Producción de alimentos saludables y seguros; iii) Asegurar la producción agrícola sostenible; iv) Uso de recursos renovables para la industria; y v) Desarrollo de generadores de energía basados en la biomasa (BMBF & BMEL, 2015).

Recuadro 1

Recomendaciones del Consejo Alemán de la Bioeconomía "Further Development of the National Research Strategy BioEconomy 2030"

"Para que los resultados de la investigación se conviertan con éxito en aplicaciones y productos comercializables, además del financiamiento de la investigación, los siguientes aspectos clave son fundamentales:

- Una política regulatoria para una economía de mercado social y ambiental con incentivos que estimulen las fuerzas del mercado para innovaciones bioeconómicas y cambios profundos en la utilización de los recursos;
- Un mayor enfoque en áreas de sectores de la bioeconomía de alta calidad y basados en el conocimiento:
 - La activación del mercado de capitales alemán para startups y empresas de la bioeconomía en crecimiento;
 - Innovaciones institucionales para promover la innovación "de abajo hacia arriba", con una activa participación de grupos sociales, particularmente en las áreas de nutrición, salud, vivienda y movilidad;
 - Medidas de acompañamiento prácticas e investigación sobre la implementación de proyectos de I + D

Con respecto a los temas de investigación, las recomendaciones toman en cuenta el programa existente de la estrategia de investigación, para potencial su desarrollo hacia el futuro. Los sistemas agrícolas sostenibles y los alimentos siguen siendo un área clave de actividad. El Consejo propone dos nuevas áreas de actividad: desarrollo urbano y protección de recursos y economía circular de base biológica. Estas nuevas áreas tienen como base la promoción de innovaciones industriales biológicas (no alimentarias) en la estrategia de investigación. El área de actividad que abarca la bioeconomía y el consumo incluye temas clave de investigación para promover la bioeconomía por el lado de la demanda. En el sector de la energía, el Consejo ve potencial para avances tecnológicos y desarrollos de seguimiento en el campo de la investigación de la fotosíntesis artificial y el almacenamiento directo de la luz solar."

Fuente: German Bioeconomy Council (2016, p. 5).

La estrategia propone medidas no sólo para la política de investigación y de innovación, sino también medidas explícitas para las políticas industrial, energética, agrícola, climática y ambiental. Y para la política de desarrollo en general. En el marco de un *Grupo de Trabajo Interministerial para la Bioeconomía*, constituido en 2013, se coordina el desarrollo de las actividades gubernamentales necesarias.

La estrategia Alemana de Bioeconomía (National Policy Bioeconomy Strategy) fue publicada en 2011 y tiene una fuerte orientación hacia la reducción de las emisiones nacionales de GEI y la transición hacia una energía sostenible, que lleve a que el 80% de la electricidad que se genere en el país para el año 2050 sea de fuentes renovables. Las acciones en este tema están dedicadas a reducir el uso de cultivos para energía y combustibles, y fomentar el uso de energías provenientes de fuentes eólicas, solares y de residuos (BMBF & BMEL, 2015).

El plan de acción de la estrategia incluye cuatro directrices: i) Buscar un enfoque sistémico de la Bioeconomía (integración de la ciencias naturales, ciencias sociales e ingenierías); ii) Establecer una

cultura de comunicación y responsabilidad entre todos los actores de la sociedad; iii) Crear todos los espacios inteligentes necesarios para la innovación y el desarrollo de productos, métodos y servicios; y iv) Incentivos para vincular al recurso humano calificado a la economía de base biológica.

A nivel regional los estados han incorporado la bioeconomía dentro de sus programas de promoción de la investigación. Los modelos regionales, además de responder a la estrategia nacional, lo hacen también a acciones específicas que se han establecido y bajo las cuales debe promoverse la bioeconomía a través de puntos clave y medidas de política. Destacan los casos de North Rhine-Westphalia (2013, Knowledge-based bio-economy, enfocada en biopolímeros, materiales y superficies bio-funcionales, biorrefinerías, biofarmacéuticos y reactivos de diagnóstico y tecnología médica); Baden-Württemberg (2013, The Bioeconomy Research Programme, focalizado en biogás, biomasa lignocelulósica y microalgas); Saxony Anhalt (2014, Estrategia Regional de Innovación, Estrategia de Alta Tecnología, Estrategia de Investigación Nacional Bio Economía 2030; énfasis en bioetanol, plásticos a base de madera, química verde, productos de fibra, variedades de trigo y biocombustibles de segunda generación).

3. La bioeconomía en España

La estrategia de Bioeconomía en España “*Horizonte 2030*” (Dieckhoff, 2015), se gestó en el año 2014, con la organización de un grupo de trabajo que contó con la participación del sector público y privado y que tuvo como meta la generación de un plan de trabajo, para ejecutar a partir de 2016. La estrategia define la bioeconomía como el conjunto de actividades económicas basadas en productos y servicios que usan recursos biológicos eficiente y sosteniblemente para la producción y comercialización de alimentos, bio-productos y biocombustibles.

La estrategia define tres objetivos estratégicos y diez objetivos operativos. Los objetivos estratégicos son: i) Mejorar la competitividad e internacionalización de las empresas españolas que trabajan en el ámbito de los recursos de origen biológico y generar nuevas actividades económicas y nuevos puestos de trabajo; iii) Mantener la Bioeconomía española como una parte esencial de la actividad económica y posicionarla como área de innovación estratégica basada en el conocimiento; y iii) Contribuir a alcanzar todo el potencial de la bioeconomía en los próximos 15 años en España, hasta el año 2030.

La Estrategia y el Plan de Acción buscan articular a las instituciones involucradas, identificado las acciones concretas a ejecutar y los recursos económicos requeridos.

4. La bioeconomía en Francia

El Gobierno de François Hollande promulgó, en enero de 2017, la Estrategia Nacional de Bioeconomía para Francia. La estrategia está centrada en dos elementos claves: i) El aumento y la movilización sostenible de biomasa, conservando ecosistemas productores de materia prima (biodiversidad respetando, paisajes, contenido de materia orgánica); y ii) La optimización del uso de la biomasa producida, para garantizar la capacidad de satisfacer las necesidades alimentarias y no alimentarias (Alim’Agri, 2017).

La bioeconomía francesa está muy vinculada a los territorios locales y a la valorización de la biomasa producida localmente en biorrefinerías integradas. Ello con el propósito de fortalecer el trabajo con los agricultores y con las agro-cooperativas, de tal manera que pueda impulsar las acciones previstas por El Clúster de Bioeconomía de Francia y sus miembros (Il Bioeconomista, 2017).

La estrategia de bioeconomía francesa se enfoca en seis temáticas:

- ii) Asegurar que los productos de la bioeconomía sean una realidad en el mercado;
- iii) Apoyar una transición a la industria de base biológica que sea eficaz, innovadora y sostenible;
- iv) Producción sostenible de los recursos biológicos necesarios para los diversos requerimientos de las cadenas de valor y la sociedad;
- v) Garantizar la sostenibilidad de la bioeconomía;

- vi) Construir la bioeconomía mediante el diálogo social;
- vii) Innovación para una alta ejecución de la bioeconomía.

Entre los antecedentes principales de la bioeconomía están las políticas de Economía Verde y de Economía Circular; además importantes áreas de la bioeconomía fueron tenidas en cuenta en la Estrategia de Investigación, Transferencia de Tecnología e Innovación (2003) y en el Plan Industrial (The New Face of Industry in France-2014). En estas estrategias, se definieron medidas para promover la Bioeconomía, que hoy en día se ven reflejadas en la estrategia de Bioeconomía 2017.

5. La bioeconomía en Noruega

La política en bioeconomía del gobierno noruego comprende la producción y uso sostenible, eficiente y rentable de los recursos biológicos renovables para alimentos, piensos, ingredientes, productos para salud, energía, materiales, productos químicos, papel, textiles y otros productos. El enfoque nacional sobre bioeconomía busca promover un mayor crecimiento económico y generación de empleo, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, y un uso más eficiente y sostenible de los recursos biológicos renovables (Nærings- og fiskeridepartementet, 2016).

La estrategia de Bioeconomía “**Kjente ressurser–uante muligheter** (Recursos Conocidos - posibilidades ilimitadas) tiene un enfoque sectorial que incluye las siguientes cuatro áreas:

- i) La colaboración entre los sectores, industrias y disciplinas;
- ii) El desarrollo de mercados para productos de base biológica renovables;
- iii) La utilización eficiente y rentable para el procesamiento de los recursos biológicos renovables;
- iv) La producción y extracción sostenible de los recursos biológicos renovables

La contribución de la bioeconomía a una economía más circular y la disminución de las emisiones son motivaciones centrales para el desarrollo de las iniciativas de política pública. Noruega asume que la internalización de los efectos negativos sobre el clima y el medio ambiente, en los precios de los productos, es la forma más eficiente de promover la bioeconomía, y propone desarrollar políticas públicas orientadas al desarrollo de una economía circular, que busque disminuir las emisiones contaminantes con un enfoque integral y coherente en todas las industrias y en todas las cadenas de valor (Nærings- og fiskeridepartementet, 2016).

La estrategia establece que el Gobierno debe ajustar las regulaciones y tomar las medidas necesarias para asegurar el mercado de productos de biológicos, para lo cual se han definido líneas estratégicas y acciones específicas.

B. La bioeconomía en Estados Unidos y Canadá

1. La bioeconomía en Canadá

Canadá no cuenta con una estrategia o política federal de largo plazo para fomentar el crecimiento económico a través de la bioeconomía; sin embargo, existen varias estrategias relacionadas. Destacan: a) la estrategia de energías renovables, emitida en 2006, en la cual el sector forestal tiene un rol clave como fuente de materias primas; y b) la estrategia de agricultura (2013-2018) “Growing Forward 2 (GF2)”, que define la política agrícola y agroalimentaria canadiense y establece una inversión de 3 mil millones de dólares canadienses —de los gobiernos federales, provinciales y territoriales— para la innovación, competitividad y el mercadeo. Los recursos del Gobierno Federal están enfocados en optimizar en el país el uso de los recursos naturales, siendo la bioenergía la prioridad. La investigación en materiales biobasados recientemente ha sido establecida como prioridad (Dieckhoff et al, 2015).

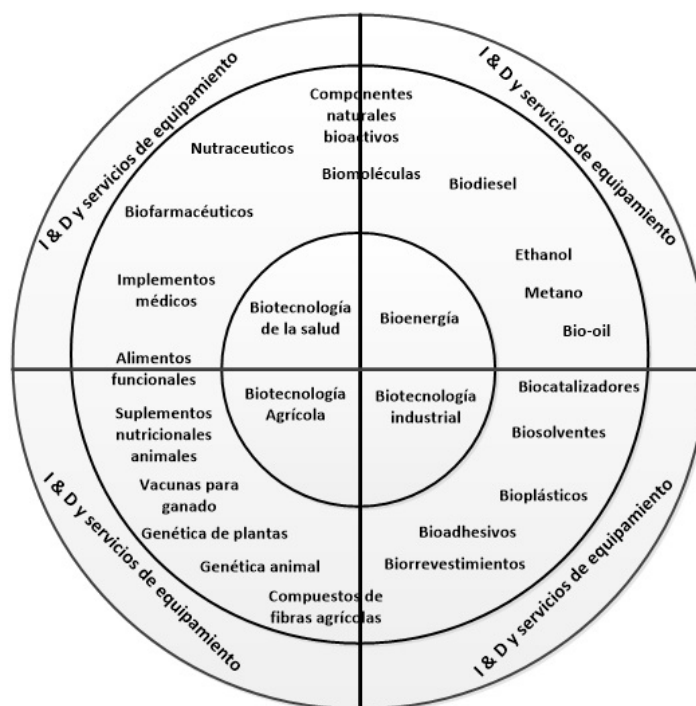
Tomando como modelo la estrategia de los Estados Unidos, la Asociación Nacional de Biotecnología, BioTec Canada, desarrolló el documento “Blueprint Beyond Moose and Mountains, 2012”, en el que se plantea una estrategia de competitividad para la industria canadiense de bioeconomía y biotecnología, con la que se busca no quedarse por detrás de países como los Estados Unidos, Francia y otros países del G7 (Dieckhoff et al, 2015). Aunque esta estrategia fue discutida por diferentes interesados, no fue adoptada por el Gobierno Federal.

Al igual que en Alemania, en Canadá varias regiones han considerado el concepto de bioeconomía han desarrollado sus propias estrategias, en las cuales plantean la bioeconomía como base de desarrollo. Es el caso de las provincias de Alberta (Alberta’s Bioeconomy Strategy), British Columbia (BC Bioeconomy Strategy), Ontario (Bio Product Strategy 2014), Drayton Valley, Alberta (Cluster de biomateriales y bioproductos), Saskatoon, Saskatchewan (Cluster de biotecnología agroalimentaria) y Charlottetown, Isla del Príncipe Eduardo (Productos de las biociencias para el cluster de salud).

Un antecedente importante de políticas relacionadas con la bioeconomía es la Estrategia Canadiense de Biotecnología (ECB), formulada en la década de los setenta y actualizada en 1998. La ECB es administrada a través de una infraestructura de comités federales, con el apoyo de la Secretaría Canadiense de Biotecnología. La supervisión primaria de la CSB se rige por el Comité de Coordinación Ministerial de Biotecnología (BMCC), que consta de siete ministros representativos de los sectores clave de la biotecnología (industria, agricultura y agroalimentación, salud, ambiente, pesca y océanos, recursos naturales, y comercio internacional). Un elemento clave de la ECB fue el establecimiento del Comité Asesor Canadiense de Biotecnología (CCBB), un comité independiente integrado por expertos multidisciplinarios y miembros del público en general, encargado de sensibilizar al público y comprometer a los canadienses en un diálogo sobre biotecnología.

También es importante destacar la existencia de Biotalent (<https://www.biotalent.ca>), una organización privada sin fines de lucro dedicada a la formación de capacidades para el desarrollo de la bioeconomía en Canadá. El diagrama 4 ilustra la concepción de bioeconomía propuesta por esta organización para el desarrollo futuro de la bioeconomía en Canadá.

Diagrama 4
Estructura Sectorial en Canadá para el Desarrollo de la Bioeconomía



Fuente: <https://www.biotalent.ca/sites/biotalent/files/PDF/Sequencing/mobile/index.html>

2. La bioeconomía en Estados Unidos

El Plan Nacional de Bioeconomía 2012 de los Estados Unidos “*National Bioeconomy Blueprint*” (White House, 2012), emitido bajo la administración del presidente Barack Obama tiene dos propósitos: a) Establecer los objetivos estratégicos que ayudarán a aprovechar todo el potencial de la bioeconomía de los Estados Unidos, y b) Resaltar los logros iniciales hacia esos objetivos. El plan describe cinco objetivos estratégicos para una bioeconomía en Estados Unidos con el potencial de generar crecimiento económico y atender las necesidades de la sociedad, a saber:

- i) Apoyar las inversiones en I + D que proporcionarán las bases para la futura bioeconomía de los Estados Unidos.
- ii) Facilitar la transición de los productos obtenidos de investigación al mercado, incluyendo un mayor enfoque en las ciencias de transferencia y regulación.
- iii) Desarrollar y reformar las regulaciones para reducir las barreras, aumentar la velocidad y previsibilidad de los procesos regulatorios, y reducir los costos mientras se protege la salud humana y ambiental.
- iv) Actualizar los programas de capacitación y alinear los incentivos de las instituciones académicas con la capacitación de los estudiantes para las necesidades de la fuerza de trabajo nacional.
- v) Identificar y apoyar oportunidades para el desarrollo de asociaciones público-privadas y colaboraciones precompetitivas, donde los competidores unen recursos, conocimiento y experiencia para aprender de éxitos y fracasos.

Una importante iniciativa que se enmarca en política es el Biopreferred Program⁵, del Departamento de Agricultura (USDA), creado por la ley de Agricultura (*Farm Bill*) de 2002 y que se reautorizó y amplió en 2014 (Farm Bill 2014). El objetivo del programa es estimular el desarrollo económico, crear nuevos puestos de trabajo y proporcionar nuevos mercados para los productos agrícolas. Se considera que el mayor desarrollo, compra y uso de productos de base biológica reduce la dependencia del país del petróleo, aumenta el uso de recursos agrícolas renovables y contribuye a reducir los impactos ambientales y de salud adversos. El programa tiene dos iniciativas principales: a) requisitos de compras obligatorias para las agencias federales y sus contratistas; y b) una iniciativa voluntaria de etiquetado para productos de base biológica.

Aunque es temprano para definir si la nueva administración mantendrá o modificará los objetivos y las líneas estratégicas del Plan de Bioeconomía. Sin embargo, es de destacar que durante su campaña presidencial el presidente Donald Trump expresó su apoyo a la biotecnología en general y la bioenergía, y la necesidad de mantener a los Estados Unidos a la vanguardia de la innovación y el descubrimiento. Se esperaba algunos cambios para buscar fortalecer la producción en suelo estadounidense, así como una revisión exhaustiva de los temas regulatorios y normativos que favorezcan la velocidad de la puesta en el mercado de las innovaciones provenientes de todos los sectores de alta tecnología en el país.

C. La bioeconomía en otros países

1. La bioeconomía en China

En 2006 el Consejo de Estado de la R. P. China definió su Programa Nacional de Mediano y Largo Plazo para el Desarrollo Científico y Tecnológico, en el cual se estableció la biotecnología como una prioridad. Ese mismo año se aprobó el 11avo Plan Quinquenal, para la Bioindustria. En junio de 2009 se definieron Políticas para Promover el Rápido Desarrollo de la Industria Biológica. Y en 2013 se aprobó el Plan de Desarrollo de la Bioindustria. Todas ellas son iniciativas en línea con la esencia de la bioeconomía

⁵ <https://www.biopreferred.gov/BioPreferred/>

El Plan de Desarrollo de la Bioindustria identifica siete ámbitos prioritarios: a) la biomedicina (medicina biotecnológica, medicina química y medicina tradicional China); b) la ingeniería biomédica (instrumentos biomédicos de alto desempeño, materiales biomédicos y productos novedosos de diagnóstico); c) la bioagricultura (OGM, aditivos, biopesticidas); d) la manufactura de base biológica (biomateriales, bioquímicos, nuevos productos fermentados); e) la bioenergía (bioetanol y biodiesel, cultivos no económicos, desechos, materiales de celulosa); f) la protección ambiental de base biológica (uso de sustancias orgánicas); y f) los servicios biotecnológicos (investigación y desarrollo de contrato y manufactura de contrato, especialmente en los sectores farmacéutico) (Wang et al., 2017).

El Plan de Desarrollo de la Bioindustria reconoce el rol de la biotecnología para enfrentar los grandes desafíos que enfrenta China relacionados con el agotamiento de los recursos, la contaminación y la degradación del medio ambiente. Wang et al. (2017) destacan el buen posicionamiento de la biotecnología, debido al fuerte apoyo que el gobierno chino y las grandes compañías chinas brindan para el desarrollo de este campo, en términos de políticas y financiamiento. Ello permitió que investigación activa y las aplicaciones comerciales hayan llevado a la bioindustria china a estar a la vanguardia de los países en desarrollo y emergentes, contribuyendo de manera creciente al valor agregado para la economía y la sociedad.

2. La bioeconomía en India

La India no cuenta con una política o estrategia en bioeconomía; sin embargo, en noviembre de 2016 se realizó el “Conclave de Bioeconomía” (<http://www.bioeconomy.in>), liderado por la Asociación de Empresas de Biotecnología, con el fin de dar inicio a las actividades para una agenda de trabajo en bioeconomía. En el conclave se destacó la importancia de crear una conciencia nacional del potencial económico de la biotecnología en varios sectores, tales como salud, agricultura, energía y soluciones sostenibles para la industria. Asimismo, se enfatizó la necesidad de llevar a los responsables políticos relevantes a una plataforma de trabajo común, incluyendo los Departamentos de Biotecnología, los ministerios de Salud, Alimentación y Agricultura, Medio Ambiente, el Departamento de Política y Promoción Industrial (DIPP) y la Institución Nacional para la Transformación de la India (NITI Aayog) (Koul, 2016).

El país dispone desde 2014 de una Estrategia Nacional de Biotecnología, desarrollada por el Departamento de Biotecnología del Ministerio de Ciencia y Tecnología. A través de ella, la biotecnología fue reconocida como un área que necesitaba atención especial, por lo cual el foco de la estrategia se centró en la construcción de coherencia entre las diversas disciplinas y en reunir las habilidades variadas en todos los sectores para mejorar la sinergia. La estrategia buscó abordar una serie de desafíos en términos de I+D; creación de capital de inversión; transferencia de tecnología; establecimiento de un régimen de propiedad intelectual; definición de normas de reglamentación y acreditación; desarrollo de capital humano a la medida de la ciencia y la innovación; y comprensión pública de la biotecnología (Department of Biotechnology, 2014).

Es de destacar que la India es el quinto productor de transgénicos con 10.8 millones de hectáreas de algodón Bt. En el año 2016 tuvo un ligero descenso (7%) en la plantación de algodón biotecnológico provocada por una pequeña reducción en el área total del algodón (8%) en los 10 estados de la India. Sin embargo, la adopción aumentó de un 95% a un 96%, lo que indica una aceptación de hasta 7,2 millones de agricultores que se benefician de la tecnología (James, 2016). A finales del 2016 el Comité de Bioseguridad recomendó al Ministro de Ambiente la aprobación para siembra de la mostaza genéticamente modificada (GM), sin embargo, a la fecha (julio 2017) no ha sido autorizada su liberación por dicho ministerio.

3. La bioeconomía en Malasia

En línea con el desarrollo acelerado que ha tenido la biotecnología en Malasia, tras el lanzamiento de la Política Nacional de Biotecnología (NBP) en abril de 2005, en 2012 se inició el Programa de Transformación de Bioeconomía (BTP, por sus siglas en inglés) “Enriching the Nation, Securing the

Future” (Enriqueciendo la Nación, Asegurando el Futuro), bajo la dirección del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MOSTI), para acelerar el desarrollo de la bioeconomía del país.

Las áreas de interés estratégico para el desarrollo del BTP son la agrobiotecnología, la biomedicina y la biotecnología industrial. Con ello se busca obtener productos con mayor calidad agrícola, alimentos más saludables, bioenergía sostenible, químicos de base biológica, y medicamentos de bajo costo.

Para promover el BTP se han establecido dos instrumentos: el Programa de Desarrollo Comunitario de Bioeconomía (Bioeconomy Community Development Programme -BCDP); y el BioNexus. El primero es el componente principal del programa Bio-Accelerator y apoya a los agricultores para cultivar materias primas como insumos para las empresas BioNexus. Por su parte, BioNexus es un estatus especial concedido a empresas internacionales y malayas de biotecnología, que otorga incentivos fiscales, subsidios y otras garantías para apoyar su crecimiento. Este estatus se otorga a empresas calificadas que realizan actividades de biotecnología de valor añadido y/o de ciencias de la vida (BioCorp, 2017).

4. La bioeconomía en Sudáfrica

Sudáfrica cuenta con una estrategia de Bioeconomía desde noviembre de 2013, que reemplazó la Estrategia de Biotecnología con que contaba el país desde el año 2001, posicionando la bio-innovación como esencial para el logro de los objetivos de desarrollo industrial y social del gobierno.

La Estrategia de Bioeconomía es una iniciativa del Ministerio de Ciencia y Tecnología, con el objeto de que la bioeconomía de Suráfrica contribuya significativamente a la economía del país para el 2030, en términos de aporte al Producto Interno Bruto (PIB), a través de la creación y el crecimiento de nuevas industrias que generen y desarrollen servicios, productos e innovaciones basadas en la biología. Para ello se considera fundamental incrementar las nuevas empresas y fomentar el crecimiento de empresas de bioeconomía existentes. La estrategia busca que Sudáfrica sea más competitiva a nivel internacional (especialmente en los sectores industrial y agrícola); crear empleos más sostenibles; mejorar la seguridad alimentaria; y crear una economía más verde, a medida que el país avanza hacia una economía baja en carbono (Department of Science and Technology, 2013).

5. La bioeconomía en Tailandia

El gobierno y el sector privado, bajo el esquema de colaboración pública-privada Pracha Rat lanzaron en enero de 2017 el plan el desarrollo de la bioeconomía, para promover el incremento de la inversión privada en negocios relacionados con la biotecnología (<http://gbs2018.com/resources>). El Plan contempla una hoja de ruta de tres fases:

- Fase 1, 2017-2018: mejorar los stocks de semillas y obtener la maquinaria necesaria; extender proyectos en las áreas de bioenergía y biofarmacéuticos; preparación para el desarrollo de una biorrefinería para elaborar bioproductos de alto valor agregado;
- Fase 2, 2019-21: expandir las áreas de cultivo; construir un complejo integrado de biorrefinería, orientado no solo a la producción, sino también a la investigación y desarrollo, a la protección ambiental y al desarrollo de una biopolis; desarrollar y expandir bioproductos de alto valor agregado con la cooperación de todos los actores interesados en la bioeconomía;
- Fase 3, 2022-2026: mejorar las capacidades de Tailandia para convertirse en un hub para los bioproductos (bio hub), construir un prototipo de fábrica y una facilidad para la producción y comercialización de productos biofarmacéuticos; desarrollar investigación clínica comprensiva tanto doméstica como en el exterior.

D. La bioeconomía en América Latina

1. Contexto regional

América Latina está en una posición de privilegio para contribuir al desarrollo e implementación de la bioeconomía global, siendo su mayor fortaleza la existencia de una abundante y poco explorada y valorizada base de recursos biológicos. Antes esta situación cabe preguntarse: ¿Por qué si contamos con una base importante de capital biológico y recursos humanos en procesos de formación en estas materias, la bioeconomía no se constituye en el factor disruptivo regional que potencia un crecimiento económico compatible con el cuidado y respeto por el medio ambiente, y que de manera paralela aborde los impactos económicos, ambientales y sociales de sus acciones?

Lo primero a destacar es que, aunque —a la fecha de edición de este documento— no existen estrategias dedicadas para fomentar el desarrollo de la bioeconomía, de la naturaleza que existen en otras regiones, en muchos países de la región ya existen cuerpos legales, políticas, estrategias e iniciativas de diversa naturaleza, en ámbitos relacionados con la bioeconomía (Rodríguez et al., 2017).

Las instituciones potencialmente encargadas de promover la bioeconomía en la región normalmente son entidades nacionales con rango de Ministerio, Secretaría de Estado o Departamentos Nacionales con rango ministerial, que en muchas ocasiones no ejecutan actividades de manera coordinada. Por lo tanto, para aprovechar el potencial de la bioeconomía un reto importante es pasar de acciones aisladas y no coordinadas en bioeconomía y áreas afines, a definir políticas y planes de Estado y a estimar los impactos sociales y económicos que las mismas generen.

Los marcos regulatorios relevantes para la bioeconomía por lo general son burocráticos y obsoletos para los nuevos desarrollos. Se aplica el adagio de que “la ciencia la tecnología y la innovación van adelante de los desarrollos normativos”. Temas como la edición génica, biología sintética, biorremediación, nuevos biomateriales, *new breeding techniques*, son realidades que ya están en el mercado y es menester que las sociedades las analicen y decidan por regulaciones que defiendan los intereses colectivos y los bienes públicos.

Los instrumentos que existen en diferentes países de la región para fomentar actividades relacionadas con la bioeconomía generalmente toman la forma de apoyos puntuales a proyectos de I+D+i, mediante convocatorias de fondos concursables del Estado. También existen fondos públicos, mixtos, globales y privados para apoyar actividades de incubación y emprendimiento, acelerar procesos empresariales y la expedición de iniciativas de ley que favorecen los entornos de *spinoffs* y *startsups*.

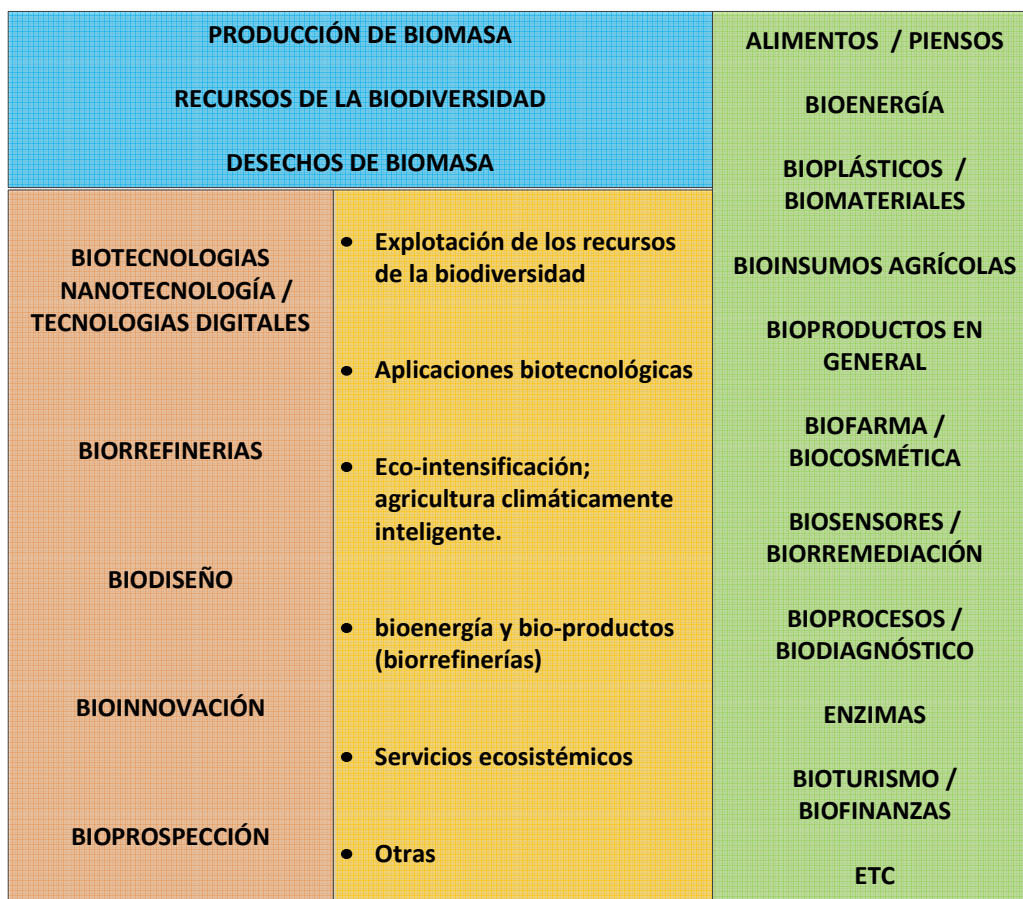
Esos instrumentos son, sin embargo, insuficientes y la región requiere enfoques sistémicos, que cumplan con el doble propósito de: a) fortalecer las bases estructurales para generar políticas nacionales de bioeconomía que respondan a las particularidades de cada país b) contar con instrumentos claros y coherentes con dichas políticas. Un ámbito donde ello es relevante es el de la bio-innovación, pues los marcos regulatorios y las políticas públicas nacionales pueden restringir, condicionar o potencian los factores internos y externos que generan ambientes favorables o desfavorables para consolidar bioempresas. Particularmente las regulaciones y políticas de ciencia, tecnología, innovación, desarrollo y competitividad, en los sectores de agricultura, salud, medio ambiente, energía e industria.

Dada la diversidad de los recursos biológicos, las características económicas y sociales de los países, y las capacidades disponibles (científicas, tecnológicas, financieras y de recursos humanos), no existe un patrón común para el desarrollo de la bioeconomía que pueda ajustarse a toda la región. Mediante un trabajo coordinado del Programa ALKUE KBBE (Knowledge Based Bioeconomy in Partnership with Europe - <http://www.bioeconomy-alcue.org>), desarrollado entre 2011 y 2013, co-financiado por el Programa del Séptimo Marco de Cooperación de la Comisión Europea (Contrato No. 264266) se identificaron seis áreas temáticas en las cuales la región tiene un potencial importante en bioeconomía: a) La explotación de recursos de la biodiversidad; b) La ecointensificación de la agricultura; c) Las aplicaciones de la biotecnología; d) Biorrefinerías y bioproductos; e) Mejora de la eficiencia de las cadenas agroalimentarias; y f) servicios ecosistémicos (Trigo et al, 2014). Además, en un documento reciente de la CEPAL se identifica tres recursos estratégicos que pueden servir de base para el desarrollo de estrategias

de bioeconomía coherentes con las rutas definidas por el Programa ALCUE KBBE, a saber: a) recursos de la biodiversidad; b) biomasa cultivada; y c) biomasa de desecho (Rodríguez et al., 2017).

Diagrama 5
Recursos estratégicos, plataformas tecnológicas, rutas y productos para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe

Ilustración



Fuente: Elaboración propia.

Rodríguez et al. (2017) presentan información detallada de marcos legales, políticas e iniciativas en ámbitos relacionados con la bioeconomía en 10 países de la región (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, México, Perú y Uruguay). En los siguientes apartados se presenta información complementaria de algunos de dichos países, en donde ya hay iniciativas en curso para el desarrollo de políticas nacionales / estrategias de bioeconomía.

2. La bioeconomía en Argentina

Argentina es el país más adelantado en el desarrollo de acciones concretas para el desarrollo de un Programa Nacional de Bioeconomía. Entre los principales hitos en el proceso destacan:

- 2005-2013: Se empieza a trabajar en temas de la “bioeconomía” en el marco de distintos proyectos de cooperación internacional con la Cooperación Europea, incluyendo ALCUE-KBBE;

- 2013/14: Se realizan los primeros simposios nacionales de bioeconomía apuntando a instalar el valor de la bioeconomía como visión de desarrollo y el papel del sector alimentos en su desarrollo;
- 2015: se elabora el estudio “*La bioeconomía argentina: alcances, situación actual y oportunidades, para el desarrollo sustentable*” (Trigo y otros, 2015), a partir de la colaboración entre el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y la Bolsa de Cereales de Buenos Aires;
- 2015/16: Se regionaliza la discusión apuntando a dar lugar a la participación de las provincias;
- 2016: Con el nuevo gobierno se inicia la negociación del Convenio Interministerial para el Desarrollo de la Bioeconomía Argentina (MINAGRO/MINCYT/Producción/Medio Ambiente/Interior);
- 2017: Se firma el Convenio y se constituye su Consejo Directivo (Consejo Nacional de Bioeconomía) y se comienza a trabajar formalmente en una hoja de ruta para el desarrollo de la bioeconomía argentina.

Dicho proceso inicia siguiendo la discusión y los énfasis internacionales, dentro del nicho de la ciencia y la tecnología, buscando el aprovechamiento de las oportunidades de mayor competitividad a partir de la innovación en la biotecnología y las “ciencias de la vida”, en general. Con las reuniones regionales inicia el proceso de reconocer que no existe una bioeconomía argentina, sino una diversidad de situaciones reflejando las diferencias que existen entre las regiones (por ejemplo, en términos de recursos y capacidades).

En la actualidad, la discusión está focalizada en definir una estrategia de desarrollo a partir de la visión de la bioeconomía, reconociendo su potencial contribución para: a) incrementar la competitividad de la agroindustria y de otros sectores “bio” de la economía; fortalecer la diversificación productiva y la creación de valor agregado al nivel regional y local; c) generar empleos a nivel local y facilitar la reinserción de fuerza laboral que migra de la agricultura; d) impulsar la ocupación y el ordenamiento territorial sobre la base de nuevos esquemas productivos; y e) promover los conceptos de sostenibilidad ambiental e inclusión social.

Se reconocen como fortalezas del país la abundante dotación de suelos y agua para la producción de biomasa, un sector agroindustrial altamente desarrollado, un sistema científico-tecnológico consolidado y con presencia en áreas críticas, la existencia de incipientes desarrollos biotecnológicos propios, el amplio rango de ambientes productivos, y la existencia de un buen marco regulatorio en bioseguridad. También se han identificado oportunidades, tales como el incremento de la demanda mundial de alimentos, el incremento de la demanda de productos de origen agrícola, la demanda interna y externa de insumos bioenergéticos y la demanda interna y externa de insumos para salud humana y animal.

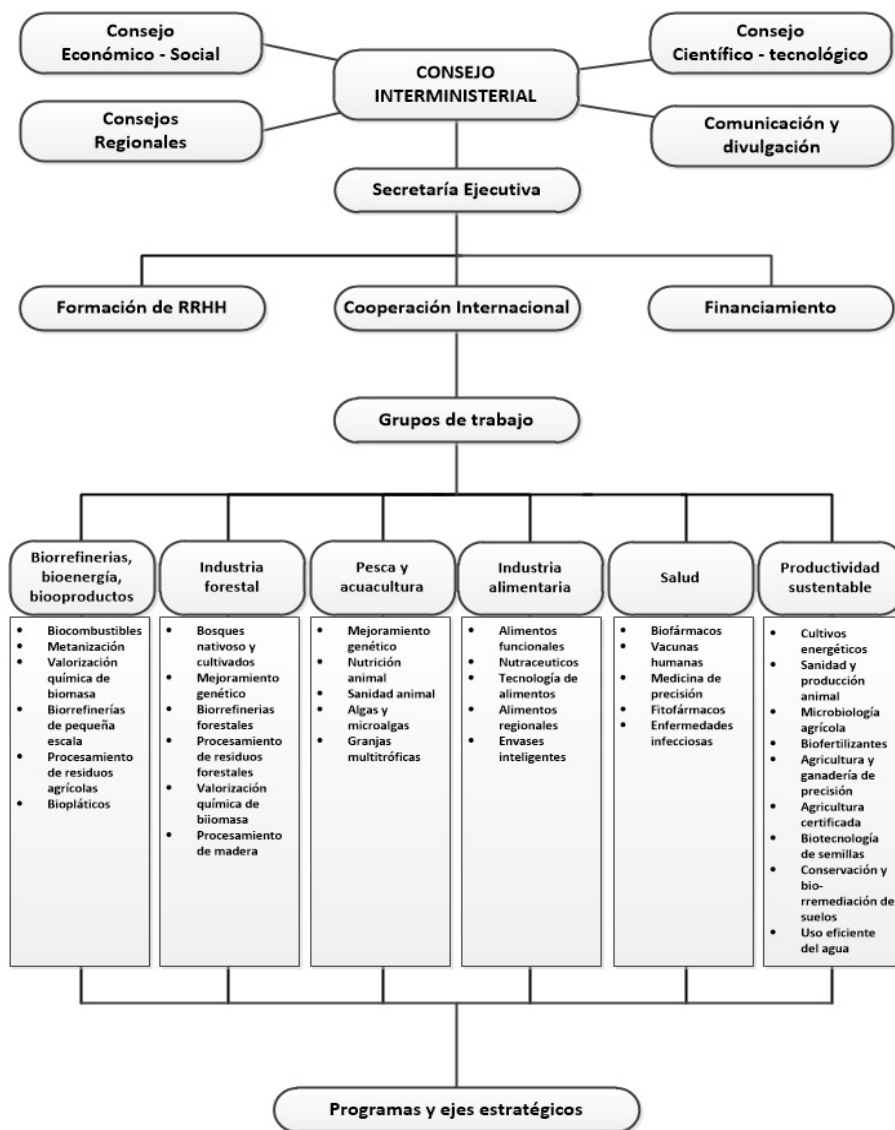
El Acuerdo Interministerial, firmado el 14 de junio de 2017, busca establecer criterios, metas y objetivos comunes a nivel nacional y coordinar las intervenciones del Estado en materia de bioeconomía, para que estas sean más eficientes y profundas. Sus objetivos incluyen:

- i) programar, planificar, y/o ejecutar acciones conjuntas;
- ii) profundizar el desarrollo científico y tecnológico en áreas de relevancia;
- iii) diseñar, promover e implementar, en coordinación con los Gobiernos provinciales y otros actores territoriales – públicos y privados – acciones inspiradas en la bioeconomía, que potencien, los recursos y capacidades competitivas en las distintas regiones (inversiones, ingresos y creación de empleo, desarrollo territorial, sustentabilidad y mitigación y adaptación al cambio climático;
- iv) promover la formación de los recursos humanos necesarios para impulsar e implementar el desarrollo de la bioeconomía nacional en todas sus dimensiones;

- v) promover, cuando sea necesario, la adecuación de los marcos institucionales, (legislativos y normativos) a las características requerimientos de la bioeconomía;
- vi) fortalecer y coordinar la oferta de instrumentos de financiamiento para impulsar las actividades vinculadas a la bioeconomía;
- vii) diseñar e implementar un sistema de indicadores nacionales de desarrollo y funcionamiento de la Bioeconomía Argentina,
- viii) promover la incorporación de los temas de la Bioeconomía Argentina en la agenda de las negociaciones internacionales del país.

En el diagrama 6 se ilustra la estructura operativa del Convenio.

Diagrama 6
Argentina: Estructura operativa del Consejo Interministerial para el desarrollo de la bioeconomía.



Fuente: Trigo (2018).

El principal desafío que se identifica es integrar la visión de la bioeconomía a los marcos existentes de políticas públicas (por ejemplo, en términos de recursos, transversalidad, modelos de negocios, políticas comerciales, etc). Se reconoce que la diversidad regional⁶ del país (tipos de recursos, tipos de productores, desde aprovechamiento de biomasa local a high-tech) es un activo que se debe potenciar. Y se destaca que la nueva visión de la bioeconomía demanda nuevas capacidades en términos de recursos humanos.

3. La bioeconomía en Brasil

Brasil cuenta con varias políticas relacionadas en diferentes ámbitos de la bioeconomía, tales como la transformación de la biomasa, el uso de la biotecnología, la bioenergía, la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica, y el acceso a los recursos genéticos. Algunas iniciativas destacadas son:

- i) La Política de Desarrollo de la Biotecnología, que tiene por objetivo el establecimiento de un ambiente adecuado para el desarrollo de productos y procesos biotecnológicos innovadores, el estímulo a la mayor eficiencia de la estructura productiva nacional, el aumento de la capacidad de innovación de las empresas brasileñas, la absorción de tecnologías, la generación de negocios y la expansión de las exportaciones, a través del fortalecimiento de cuatro áreas sectoriales específicas: a) salud humana, b) agropecuaria, c) industrial y d) ambiental (Gobierno Federal, 2007);
- ii) el Programa Nacional de Biodiesel, que se estableció para diseñar mecanismos de mercado a través de incentivos basados en la oferta y la demanda que permitan la inclusión de las regiones más pobres en la cadena de suministro de combustibles (Rodrigues & Accarini, 2004);
- iii) la Ley 12,305 de 2010, que sienta las bases de la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS), promoviendo la responsabilidad compartida de la eliminación de productos y la gestión de residuos en las ciudades a lo largo de la cadena de valor de la producción (II Bioeconomista, 2015); y
- iv) el Plan de Acción para la Producción y el Consumo Sustentables (PPCS), establecido en 2011 por el Ministerio de Medio Ambiente de Brasil, para orientar y coordinar métodos de producción y consumo más sostenible. Este plan vincula las principales políticas ambientales y de desarrollo del país, especialmente la Política Nacional de Cambio Climático y Residuos Sólidos y la política industrial brasileña (Plano Brasil Maior) (II Bioeconomista, 2015).

También existen iniciativas apoyadas por organismos gubernamentales de desarrollo, como el Banco Nacional de Desarrollo de Brasil (BNDES) y la Agencia Nacional de Innovación (FINEP), que fomentan la financiación de proyectos en torno a la economía circular. Por ejemplo, el Fondo Nacional para el Cambio Climático, el fondo Brasil sostenible de FINEP y el Fondo Funtec del BNDES.

La bioeconomía es definida como área estratégica en la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2016-2019, identificando como líneas estratégicas el uso de la biomasa, el procesamiento y las biorrefinerías y los bioproductos.

La estrategia prevé la elaboración de un *Plan de Acción de Ciencia, Tecnología e Innovación en Bioeconomía*, que promueva “el aumento de la competitividad de la bioeconomía nacional, a través de la revisión y adecuación de las regulaciones, el fortalecimiento y el intercambio de infraestructuras y y el apoyo a líneas de investigación que se centren en soluciones innovadoras para problemas tecnológicos en los sectores agropecuarios, industriales, ambientales y para la salud humana, priorizando el uso sostenible de la biodiversidad brasileña y considerando aspectos relativos a la seguridad hídrica, alimentaria y energética y al cambio climático”.

Complementariamente, se propone la elaboración de un *Plan de Acción de Ciencia, Tecnología e Innovación en Biomasa*, para promover la generación de conocimientos, tecnologías, innovación, productos y

⁶ Las regiones en las que se ha dividido el país para el desarrollo de la bioeconomía son: La Patagonia, Nordeste Argentina (Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa y Misiones), Cuyo, Centro Pampeana Norte, Noroeste Argentino y Centro Pampeana Sur.

servicios que viabilicen un salto cualitativo y competitivo en la conservación y en la agregación de valor a los recursos naturales de los biomas brasileños. como componente estratégico del desarrollo sostenible nacional.

La estrategia también se prevé la estructuración de un Observatorio Brasileño de Bioeconomía, para el monitoreo de las tendencias nacionales e internacionales relativas a la bioindustria y al desarrollo científico y tecnológico de las áreas de interfaz con la biotecnología. Se propone focalizar las actividades del Observatorio en los ámbitos de recursos humanos, infraestructura de investigación y desarrollo, mercados, políticas públicas, marco regulatorio y prospección tecnológica.

En el ámbito internacional Brasil es un protagonista importante dentro de la Plataforma Biofuturo (Biofuture Platform). A nivel subnacional el Estado de Sao Paulo desarrolla el proyecto “Políticas Públicas para el desarrollo de la Bioeconomía. Y en el ámbito del sector privado se ha trabajado en la elaboración de una propuesta de Agenda de Bioeconomía, resultado de foros de trabajo liderados por la Confederación Nacional de Industria durante los años 2011 a 2013. Esta agenda presenta tres dimensiones y acciones convergentes para obtener resultados científicos, tecnológicos y empresariales. Las dimensiones son la biotecnología industrial, el sector primario y la salud humana. Y las acciones incluyen: a) Modernización del marco regulatorio; b) Aumento de inversión en I+D+i; c) Fortalecimiento de la base científico-tecnológica; d) Ampliación y modernización de la infraestructura de laboratorios; e) Estímulo al emprendimiento; y f) Diseminación de la cultura de innovación (Harvard Business Review Analytic Services, 2013).

4. La bioeconomía en Colombia

En septiembre de 2016, el presidente Juan Manuel Santos, en un foro sobre biodiversidad, manifestó que “El fin del conflicto implica la posibilidad de consolidar una nueva economía con mayor provecho de nuestros recursos y reivindicar nuestro medio ambiente (...). Queremos llegar al año 2025 convertidos en una bioeconomía basada en la ciencia, la tecnología y la innovación, y que saque el mayor provecho de su inmensa riqueza natural”⁷.

El impulso a la bioeconomía se visualiza como una alternativa para generar fuentes de crecimiento económico, conservando al mismo tiempo el capital natural mediante un uso sostenible de la biodiversidad. En el ámbito del crecimiento económico considera que la bioeconomía es una alternativa para impulsar el crecimiento económico, una oportunidad de crecimiento empresarial y generación de empleos con valor agregado, una herramienta para mejorar la productividad y competitividad de sectores económicos tradicionales y una alternativa de desarrollo para el sector rural. En términos de sostenibilidad industrial se considera que la riqueza de Colombia en biodiversidad brinda una ventaja para el desarrollo de la bioeconomía, se destaca que hacer un uso sostenible de la biodiversidad es imprescindible para generar una transición hacia un modelo de crecimiento verde, y que un desarrollo sólido de la bioeconomía puede garantizar la conservación de recursos naturales que podrían ser degradados o agotados si no hay un esquema de aprovechamiento sostenible.

El marco legal para el desarrollo de una política de bioeconomía es la Constitución Política de 1991, que introduce principios generales ambientales relacionados con el cuidado de la biodiversidad y el marco institucional necesario para la gestión del medio ambiente. En ese marco, desde los años noventa se han desarrollado diferentes políticas relevantes para la bioeconomía; por ejemplo, políticas sectoriales asociadas a la biodiversidad (década de 1990), e iniciativas para la generación de conocimiento de la biodiversidad y la generación de alternativas de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (2000-2010), la inclusión del desarrollo de la tecnología en el Plan Nacional de Desarrollo (2006-2010), y para el desarrollo comercial de la biotecnología (CONPES 3697/2011). En la actualidad en énfasis en la innovación, el conocimiento, la creación de empresas y la articulación de academia, empresas e instituciones.

La elaboración de lineamientos de política para el desarrollo de la bioeconomía está contemplada como uno de los componentes de la Política de Crecimiento Verde, que está siendo elaborada por la Misión Crecimiento Verde, liderada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP). La Misión tiene definidos tres ejes temáticos a) el uso eficiente de los recursos; b) el desarrollo de nuevas oportunidades

⁷ Juan Manuel Santos, Presidente de Colombia, en el Gran Foro de la Biodiversidad, 14 de septiembre 2016. Fuente: El Compromiso del Gobierno con la Bioeconomía (<http://www.eje21.com.co/2016/09/el-compromiso-del-gobierno-con-la-bioeconomia>).

económicas basadas en el uso sostenible del capital natural; y c) el desarrollo del capital empresarial y humano para el crecimiento verde. La bioeconomía es uno de los componentes del segundo eje temático.

Entre las actividades de alto potencial para el desarrollo de la bioeconomía que han sido identificadas están el sector agropecuario, los químicos de base biológica, los alimentos, la salud humana y la bioenergía y derivados.

5. La bioeconomía en Costa Rica

En Costa Rica, como parte del proceso de adhesión a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) ha considerado a la bioeconomía como una alternativa para abordar las recomendaciones que este organismo le ha hecho al país en su revisión de la política de innovación (OECD, 2017). Dichas recomendaciones se refieren a a necesidad de fomentar la innovación para aumentar la productividad, fortalecer el compromiso a largo plazo con la ciencia, la tecnología y la innovación, fortalecer la coherencia de políticas y su implementación, y fortalecer la contribución de la investigación pública a la innovación.

La bioeconomía ofrece un marco para el diseño de políticas en línea con las recomendaciones de la OECD, considerando las fortalezas y oportunidades que dicho organismo destaca para el país en materia de innovación. Por ejemplo, fortalezas en términos de la diversificación de la base de las exportaciones, la marca país, fortalezas en algunas industrias (por ejemplo, la agroindustria, manufactura especializada, dispositivos médicos, economía digital y ecoturismo), el fuerte compromiso para invertir en educación y recursos excepcionales de biodiversidad y gran atención a la protección del medio ambiente. Y oportunidades en el mayor desarrollo del sistema nacional de calidad y en la mejora de su uso por parte de las empresas nacionales, la capitalización de la ventaja comparativa que el país tiene en la investigación sobre la biodiversidad y medio ambiente, la consolidación de industrias emergentes intensivas en conocimiento (por ejemplo, software y biotecnología), y en el desarrollo de iniciativas para abordar desafíos sociales, por ejemplo, en eficiencia energética, medio ambiente y salud).

En Costa Rica, un antecedente muy importante para América Latina en materia de gestión de la biodiversidad fue la creación del Instituto Nacional de la Biodiversidad INBIO, en 1989, como un centro privado (de interés público) de investigación y gestión de la biodiversidad, con el propósito de apoyar esfuerzos para fortalecer la protección y el conocimiento de la biodiversidad y promover su uso sostenible (Henry et al, 2014). Este modelo ha basado su gestión en la administración de colecciones biológicas para generar conocimiento, pero sin énfasis suficiente en la promoción del uso de la misma para potenciales desarrollos comerciales. Para avanzar en esa dirección, el INBIO está en proceso de adhesión al Cluster CR-Biomed (www.crbiomed.org), que complementará los esfuerzos ya realizados, al sumar capacidades de valorización de la ciencia con una visión de co-creación. Este es un paso significativo, pues a su misión de promover la protección y conocimiento de la biodiversidad, se agregan más explícitamente aspectos comerciales y de mercado, dados por la experiencia de empresas del cluster CRbiomed, para potenciar su uso sostenible.

Para empezar a trabajar en el desarrollo de una política / estrategia nacional de bioeconomía, el 27 de noviembre de 2017 el MICITT organizó el “Primer Taller sobre Bioeconomía, resumen sobre recomendaciones OCDE”, con la participación de entidades públicas, académicas y del sector privado. La bioeconomía está siendo conceptualizada como uno de los dos pilares de la sostenibilidad del país, junto con la economía circular. Se busca con ello reducir los desechos que pueden aprovecharse de manera productiva para generar nuevas cadenas de valor agregado, y promover la eficiencia en el uso de los recursos.

La economía circular es vista como una alternativa para enfrentar el enfoque derrochador de "tomar, hacer, disponer"; y la bioeconomía como alternativa para la sustitución de una proporción de la producción basada en fósiles con recursos de base biológica.

Se ha definido una ruta 2018-2020, que contempla la creación de un Comité Interministerial para la Bioeconomía (2018), en el cual se estaría integrando al sector privado (2019). También se contempla el relevamiento y análisis de las acciones relevantes en curso y la priorización de actividades (2018), así como la identificación y análisis de las regulaciones existentes (2019).

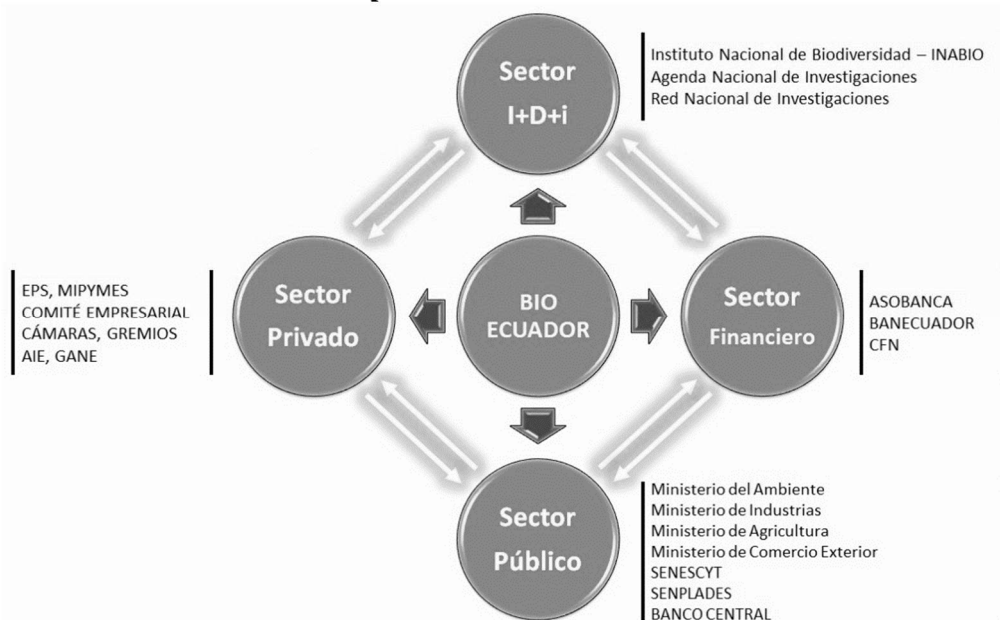
6. La bioeconomía en el Ecuador

Entre los principales antecedentes en el desarrollo de estrategias en ámbitos relacionados con la bioeconomía están la realización de un seminario sobre bioeconocimiento (2011), la Estrategia de Cambio de Matriz Productiva y la Política de Gobernanza del Patrimonio Natural (2013), la implementación del Programa Socio-Bosque (2015) y la Estrategia Nacional Biodiversidad 2030 “Bioindustria” (2016).

Con esos antecedentes, el 6 de junio de 2017 se realizó el Seminario “Perspectivas para avanzar hacia una economía basada en la biodiversidad y los servicios eco-sistémicos”, en el cual el Ministro de Ambiente indicó que “La bioeconomía cumplirá un rol fundamental en el desarrollo productivo del Ecuador y será el tema central de este Ministerio”⁸ A partir de dicho evento el Ministerio de Ambiente ha asumido el liderazgo en el tema, con un fuerte abordaje desde el ámbito de la biodiversidad, con la bioeconomía incluida como ámbito estratégico en al Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021.

Entre junio y diciembre de 2017 se constituyó un Grupo de Trabajo en Bioeconomía dentro del Ministerio y se empezó a desarrollar un proceso de conceptualización, que ha sentado bases para el proceso de elaboración de una Política Pública de Bioeconomía. Hacia finales de 2017: a) se disponía de un primer bosquejo del estado de situación del “Ecosistema de Innovación e Inversión Pública – Privada – Comunitaria para el Fomento de la Bioeconomía (diagrama 7); b) se habían identificado oportunidades para potenciar la bioeconomía en el sector de emprendimiento (con foco en la economía popular y solidaria y orientación a los medios de vida), en el sector comercial (enfocado en las mypymes y con orientación al mercado) y en el sector de la industria (orientado a las industrias intermedias y finales; y c) se había hecho una primera identificación de redes de biovalor, en los segmentos de bioindustria y bienes ambientales (aceites y resinas, fibras, alimentos y bebidas, semillas, esencias y tintes), servicios ambientales (paisaje, regulación del agua y carbono) y procesos productivos ambientales (reciclaje, biorrefinerías, bioenergías, biorremediación, biomedicina, cosmética y nutracéutica).

Diagrama 7
Ecuador: Ecosistema de Innovación e Inversión Pública – Privada – Comunitaria para el Fomento de la BioEconomía.



Fuente: López (2018).

⁸ Tarsicio Granizo, Ministro de Ambiente, en el Seminario “Perspectivas para avanzar hacia una economía basada en la biodiversidad y los servicios eco-sistémicos”, Quito, 6 de junio 2017 (<http://www.ambiente.gob.ec/seminario-bio-economia-inaugura-los-festejos-por-el-dia-mundial-del-ambiente/>).

Para el 2018 las prioridades están centradas en la consolidación de procesos iniciados en 2017: a) la elaboración de una Agenda Nacional de Investigación e Innovación sobre Biodiversidad; b) la consolidación de una Unidad de Promoción de la Bioeconomía y Fomento del Emprendimiento en el Ministerio de Ambiente; c) la creación de un Grupo Nacional de Trabajo sobre Bioeconomía; d) la creación de un Centro Para la Promoción de Bionegocios; y e) la elaboración de un portafolio de inversiones y financiamiento de bioemprendimientos y bioindustrias.

Además, entre 2018-2019 se espera: a) oficializar una política pública sobre bioeconomía; b) crear un Fondo Nacional de Fomento al Emprendimiento; c) la realización de una ronda de negocios e inversionistas, como parte del evento Expo – Ecuador; d) lograr un Acuerdo Nacional por el Emprendimiento; y d) la oficialización de del Comité Intersectorial de Fomento de la Bioeconomía.

En el ámbito de colaboración público-privado, con el auspicio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) sede Santo Domingo y del sector de los cultivadores de palma de aceite, en noviembre de 2017 se realizó el primer simposio científico internacional de Palma de aceite, para evaluar las perspectivas de la bioeconomía con enfoque territorial para el Ecuador.

E. Pertinencia para América Latina y el Caribe de instrumentos propuestos para el desarrollo de la bioeconomía en países fuera de la región

Los países de América Latina pueden derivar aprendizajes de la experiencia de regiones y países que ya han avanzado en la construcción de institucionalidad e instrumentos de fomento del desarrollo de la bioeconomía. En esta sección se analizan experiencias relevantes para la región, en términos del desarrollo de procesos para desarrollar estrategias de bioeconomía y cuestiones de gobernanza asociadas, así como del desarrollo de instrumentos de política en distintos ámbitos.

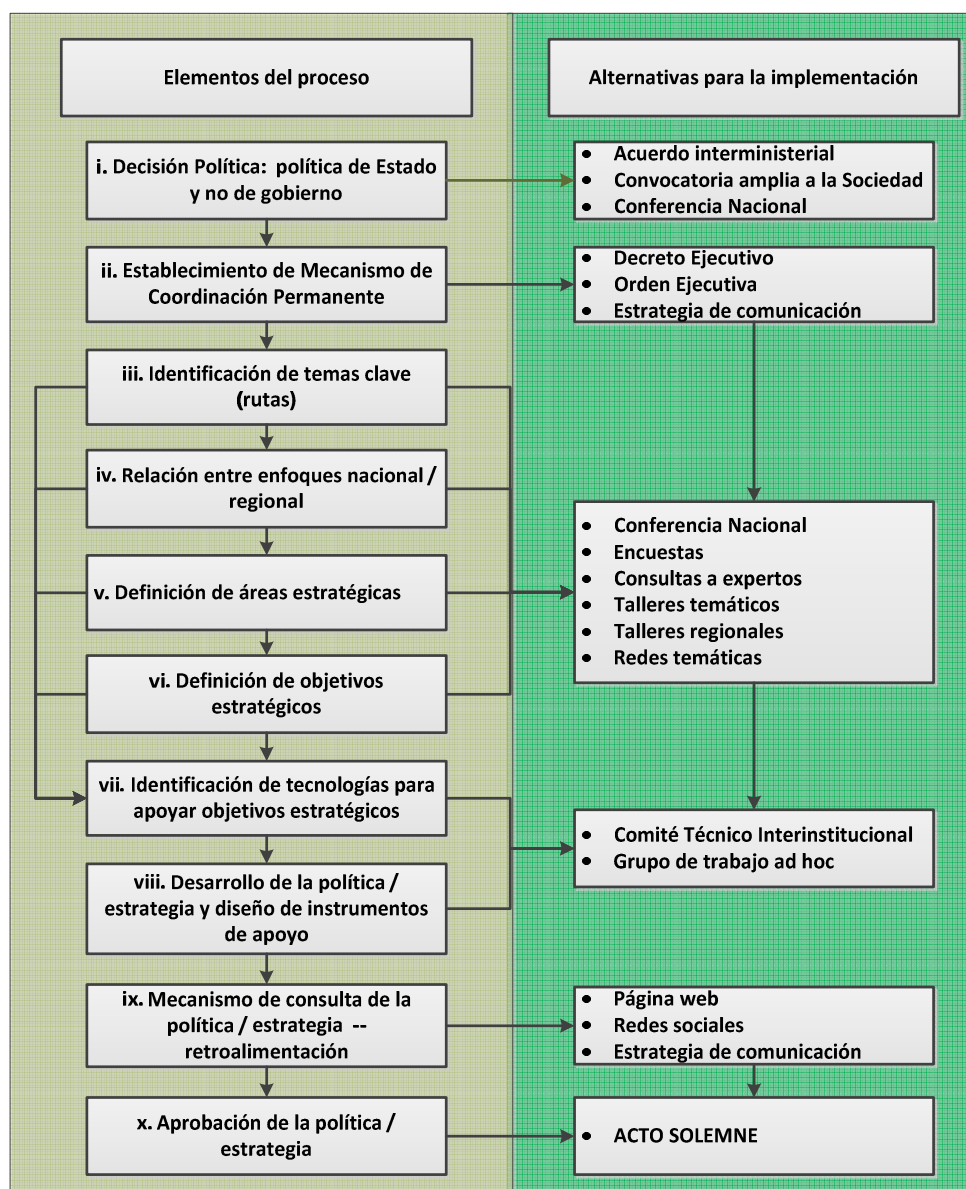
1. Cuestiones de proceso y gobernanza

En términos generales, el proceso para la elaboración de una política / estrategia de bioeconomía debería contemplar los siguientes elementos (véase diagrama 8):

- i) Establecimiento de algún tipo de acuerdo político, que puede ser entre instituciones públicas o involucrar también a otros sectores de la sociedad, con el objetivo de generar acuerdo en que se trata de una Decisión de Política de Estado y no de un gobierno en particular.
- ii) Establecimiento de un mecanismo de coordinación permanente, para la formulación y el manejo de la política / estrategia de bioeconomía. También se puede considerar la posibilidad de establecer un Grupo Asesor con Expertos Nacionales (e.g. como en el caso de Malasia).
- iii) Determinación del enfoque (temas claves) bajo el cual se direccionarán las acciones estratégicas.
- iv) Determinación de la relación entre los enfoques nacional / territorial.
- v) Definición de áreas estratégicas, a partir de los enfoques nacional / territorial.
- vi) Definición de objetivos estratégicos.
- vii) Identificación de las tecnologías que apoyarán los objetivos.
- viii) Desarrollo de la política / estrategia y diseño de los instrumentos de apoyo
- ix) Proceso de consulta y retroalimentación
- x) Aprobación de la política / estrategia

Los elementos i y ii son esencialmente de naturaleza política y son fundamentales para generar confianza, sentido de apropiación y compromiso entre todos los sectores de la sociedad. Para abordar los elementos iii – vii el proceso puede incluir la realización de una conferencia nacional como actividad de inicio; encuestas; *focus groups* y consultas a expertos; apoyo en redes temáticas; y talleres reuniones regionales y otro tipo de grupos de trabajo, de donde se pueden derivar insumos escritos. El elemento viii es el relativo a la redacción de la estrategia propiamente (i.e. elaboración de documento), actividad que se puede encargar a un Comité Técnico Interinstitucional o a un Grupo de Trabajo ad.hoc. Una vez elaborada la estrategia esta debería someterse a algún proceso de consulta y retroalimentación, durante un período de tiempo razonable, claramente establecido. La actividad final sería la aprobación de la política / estrategia.

Diagrama 8
Elementos del proceso para el Desarrollo de la Bioeconomía
Ilustración



Fuente: Elaboración propia.

En el proceso de elaboración de la estrategia se debe dar respuesta a dos grandes preguntas:

- ¿Cuál es el propósito fundamental para que el país incorpore a la bioeconomía en su matriz productiva? Por ejemplo, ¿acelerar el crecimiento económico, lograr desarrollo social, reducir las brechas de ingresos, promover el acceso a bienes y servicios, disminuir o cerrar brechas de productividad, diversificar las economías, promover el cambio estructural, aprovechar las ventajas de los flujos de comercio globalizados o atraer inversiones?
- ¿Cuál es la base del capital biológico y las presiones sobre el mismo, las instituciones, las políticas y los recursos humanos que podrán enfrentar el desafío?

Un modelo muy relevante para la región puede ser el desarrollado en **Malasia**, en donde existen metas puntuales en materia de aporte al Producto Interno Bruto (PIB), al número de empleos a generar y al monto en inversiones que se esperar atraer al desarrollar la industria de base biológica (un resumen detallado de las metas particulares de bioeconomía en Malasia puede verse en BioCorp, 2017).

En lo relativo a la relación entre los enfoque nacional y regional, países como Alemania, Francia y Canadá reconocen que dada la diversidad en recursos biológicos y a las características económicas y sociales disimiles de cada país, no existe un patrón común para el desarrollo de la bioeconomía que pueda ajustarse a todas las regiones, sino que el mismo necesariamente debe contar con enfoques regionales y territoriales.

2. Instrumentos de política

Una revisión de los instrumentos de política que apoyan la bioeconomía en Estados Unidos, Canadá, la Unión Europea, los países de la OCDE, Japón, Sur África, India y Malasia permite clasificar los mismos en cinco categorías: a) Instrumentos de fomento; b) instrumentos regulatorios; c) instrumentos de demanda; d) instrumentos económicos, financieros y fiscales; e) instrumentos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i).

a) Instrumentos de fomento

Los instrumentos de fomento generalmente tienen en común los siguientes elementos: existen leyes o regulaciones de fortalecimiento de las Starts Ups, de las Spin offs y existen instrumentos de seguimiento monitoreo y vigilancia de las políticas, acciones, planes y programas de bioeconomía en el mundo. En los países analizados el elemento central que se recalca es la necesidad de la coherencia entre la política, los instrumentos y las acciones.

Hay indicios que algunos de estos elementos se están adoptando en América latina: Argentina y Colombia cuentan con leyes expedidas recientemente (Ley de Emprendedores de 2016, expedida por la Honorable Cámara de Diputados de la Argentina; y la Ley No. 1838 de 2017 del Congreso de la República de Colombia), que deben ser reglamentadas en el futuro cercano, para permitir su implementación y para brindar condiciones a las Spin Off mismas. También en Colombia, desde octubre de 2017, entró en la corriente legislativa un proyecto de Ley que busca promover la Primera Empresa, como motor del emprendimiento, productividad e innovación. Respecto al empleo de mecanismos de seguimiento y vigilancia en bioeconomía se destaca Argentina, que ha creado un Observatorio de la Economía del Conocimiento, dependiente del Ministerio de la Producción.

b) Instrumentos regulatorios

El impacto de los procesos regulatorios en la adopción de las nuevas tecnologías, así como la estandarización y homologación de trámites entre los diferentes bloques económicos, son preocupaciones constantes, sobre todo en Estados Unidos y en los países de Europa. Por lo tanto, en América Latina es necesario racionalizar las normas ambientales, sanitarias, agropecuarias y de salud (e.g. la revisión de los tiempos de aplicación, verificación y ejecución, creación de ventanillas únicas) a efecto de mejorar la predictibilidad y reducción de la incertidumbre en los procesos regulatorios, así como generar guías específicas que permiten procesos más ágiles y fluidos (Estados Unidos) y lograr la estandarización de

trámites a nivel regional, como es el caso en la Unión Europea. En nuestra región ello es particularmente relevante, dada la existencia de bloques económicos como Mercosur, Comunidad Andina de Naciones, Sistema de Integración Centroamericano, CARICOM y Alianza del Pacífico.

c) Instrumentos de demanda

Entre los instrumentos de demanda identificados en los países externos analizados se destacan como de interés para América Latina y el Caribe los siguientes:

- i) Identificación de productos que pueden ser obtenidos por bioeconomía y que pueden sustituir o reemplazar productos convencionales.
- ii) Definición de mecanismos de compra y contratación pública.
- iii) Desarrollo de mecanismos de etiquetado de los productos.
- iv) Generación de estándares, guías normativas y procesos de homologación para la comercialización de nuevos productos y procesos de base biológica.

Un instrumento importante de generación de demanda promovido por el estado puede ser el establecer mecanismos selectivos y preferenciales de compra de productos basados en bioeconomía. Hay avances importantes en la región para incluir estos aspectos en los programas de compras públicas del estado en Argentina (Compra Pública Sustentable, www.argentinacompra.gov.ar); Perú (Plan estratégico de contrataciones públicas del estado www.osce.gob.pe), y en Colombia (Colombia compra eficiente, Compra Pública para la Innovación www.colombiacompra.gov.co).

Los instrumentos de etiquetado, estándares, guías, y procesos de homologación son muy importantes, si los países de la región desean acceder con sus bienes y servicios de base biológica a los mercados externos. Pero estos deben ser cuidadosamente evaluados, porque a la par que promueven el ingreso a mercados seleccionados de alto valor, se pueden constituir en una barrera comercial al ingreso de productos provenientes de nuestra región. Un caso emblemático lo enfrentan los productos genéticamente modificados y el etiquetado exigido para su comercialización en la Unión Europea.

d) Instrumentos económicos, financieros y fiscales

En esta categoría los principales instrumentos definidos en países fuera de América Latina son:

- i) Desarrollo de asociaciones público-privadas para generar fondos de inversión.
- ii) Generación de fondos para apoyar el desarrollo de Starts-Ups.
- iii) Financiamiento y capital de riesgo.
- iv) Reducción de impuestos para empresas de bioeconomía e incentivos fiscales, subsidios y otras garantías.

Los cuatro instrumentos son pertinentes para su implementación en América Latina. De hecho, ya hay señales alentadoras que muestran como hoy existen múltiples posibilidades de acceder a fondos públicos, mixtos y privados de diversa naturaleza para actividades de I+D+i, incubación y emprendimiento de empresas basadas en Bioeconomía, tanto bajo esquemas de *spinoff* como de *startup* (un análisis detallado de este particular puede verse en la sección IVB). En cuanto a los incentivos fiscales y similares, su implementación es un proceso que toma tiempo y que necesita educación y casos de éxito comprobables para garantizar que el estado los entienda y los ponga en práctica.

e) Instrumentos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)

Los instrumentos más relevantes de esta categoría son:

- i) Generación de plantas piloto y plantas demostrativas.
- ii) Creación de clústeres empresariales

- iii) Apoyo a tecnologías habilitantes.
- iv) Mantener e incrementar los presupuestos nacionales de I+D+i.

Estos cuatro instrumentos son también pertinentes para los países de América Latina, pero enfrentan dificultades prácticas para su implementación. Una de las mayores debilidades de nuestros países radica en la baja capacidad para escalar procesos de biotecnología y transferirlos a los diferentes sectores empresariales asociados. Para cerrar esta brecha es importante contar con la infraestructura de escalamiento necesaria (disponible en plantas piloto y demostrativas); por ejemplo, mediante la agrupación de los usuarios finales de esos desarrollos en clústeres empresariales y la academia y el sector productivo desarrollando plataformas tecnológicas que puedan servir a múltiples tecnologías (genómica, secuenciación, biología molecular, etc.).

Un ejemplo interesante de tales esquemas se da en Chile, donde recientemente se ha creado el Centro Tecnológico para la Innovación de Alimentos (CeTA), con recursos de CORFO y seis socios fundadores: Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de La Frontera, Universidad de Talca, Fundación Fraunhofer Chile Research y Fundación Chile. Otro ejemplo relevante es el del Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIBIOT) de Costa Rica, una iniciativa que surgió en 2007 como parte de Convenio ALA/2005/017-534 entre Unión Europea, el Gobierno de Costa Rica (a través del MICITT) y el Consejo Nacional de Rectores (CONARE). Desde abril de 2013 este centro opera como una iniciativa del CONARE, adscrita al Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT).

El éxito en el uso adecuado de los instrumentos propuestos para desarrollar la bioeconomía en cada país dependerá de la existencia de dos condiciones fundamentales: a) Centros de excelencia con recursos humanos altamente calificados que sean capaces de seleccionar, categorizar y adaptar a escala nacional las mejores prácticas de globales de bioeconomía, y b) recursos financieros adecuados y suficientes para volver realidad los planes y estrategias previstos.

En ese sentido, el mantener e incrementar los presupuestos de I+D+i es una condición necesaria para que estos instrumentos funcionen; sin embargo, la realidad reciente (2016-2017) de países como Colombia y Argentina, donde se han dado fuertes recortes presupuestales a la ciencia y la tecnología, compromete seriamente la viabilidad de estos instrumentos.

El diagrama 9 presenta un resumen de los principales centros de pensamiento regionales donde se debe jugar un papel determinante en el establecimiento de nuevos esquemas de desarrollo basados en Bioeconomía. Se destacan los centros de investigación públicos y privados, las asociaciones gremiales y las entidades de apoyo en cada país.

Diagrama 9 Entidades en investigación, desarrollo y apoyo gremial para bioeconomía en América Latina

ENTIDADES EN INVESTIGACION, DESARROLLO Y APOYO GREMIAL PARA BIOECONOMIA EN AMERICA LATINA

ARGENTINA

CENTROS DE INVESTIGACION: INTA, CONICET (11 centros de investigación transferencia, 1 Centro de Investigación Multidisciplinario y 15 Centros Científicos y tecnológicos)

ASOCIACIONES: AAPRESID, ASA, ARGENBIO, Cámara Argentina de Biotecnología, Cámara Argentina de Energías Renovables, Cámara Argentina de Biocombustibles, Cámara de Empresas PYME regionales elaboradoras de Biocombustibles, Federación de Centros y Entidades Gremiales de Acopiadores de Granos, Cámara Algodonera de Argentina, Cámara de Productores Avícolas, Cámara de la Industria Química y Petroquímica, CROPLIFE

OTROS: Bolsa de Cereales, Consejo Argentino, para el Desarrollo Sostenible, Fundación Argentina de Nanotecnologías, ILSI Argentina

BRASIL

CENTROS DE INVESTIGACION: EMBRAPA, Petrobras, Fapesp-Bioen, Red de Hidrolisis, Instituto Brasileiro de Petróleo Gas y Biocombustibles, Fundación Oswaldo Cruz (Fiocruz), Inst.

ASOCIACIONES: Consejo de Información en Biotecnología, AgroBio Brasil, ABI, Asociación Brasileira de Industrial de Alimentos, Asociación Brasileira de Industrias de Química Fina, Biotecnología y sus especialidades, Asociación Brasileira de Aceites Esenciales y Productos Químicos, Unión Brasileira de Acuicultura, Unión de la Industria de la Caña de Azúcar, Unión Brasileira de Biodiesel, Asociación de Productores de Biodiesel, Asociación para biocombustibles de aviación, CROPLIFE

OTROS: Centro de Gestión de Estudios Estratégicos, ILSI Brasil

CHILE

CENTROS DE INVESTIGACION: Wageningen UR Chile, Fraunhofer Chile, Inria Chile, CSIRO Chile, CONOCYT CITEM, CEAZA, CEAP, CONA, CIDERH, CREAS, Typ, CERES, CIPA, AYSÉN, CEQUA), Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Instituto de Nutrición y tecnología de alimentos, Instituto de Investigación pesquera, Instituto de Dinámica Celular y Biotecnología, U. Nal de La Frontera

ASOCIACIONES: ChileBio, Chile Alimentos, FEDELECHE, ASOHUEVO, APA, SNA, ASPROCEP, FEDEFRUTA, ANPROS, AFIPA, Agrupación de Agricultura Orgánica de Chile, Asociación Chilena de Energía Renovable, CROPLIFE

OTROS: Consorcio tecnológico microalgas, Consorcio tecnológico biomasa lignocelulosa, Consorcio tecnológico Macroalgas, ILSI SurAndino

COLOMBIA

CENTROS DE INVESTIGACION: CORPOICA, ICTA, CIAT, INST. HUMBOLDT, SINCHI, INVEMAR, CIB, CIDEIM, IBUN, UDEA, UNAL, CENICAZA, CENIPALMA, CENIUVA, CENICAFE, CENIACUA, CENIBANANO, CENIVAM, Gaviotas, Instituto Nacional de Salud, CIDEIM

ASOCIACIONES: ASOCAÑA, FEDERACAFE, FEDEPALMA, ACOSEMILLAS, FEDEPAPA, CONALGODÓN, ASOOLFLORES, ANDI, ASINFAR, ACTA, AFIDRO, FENALCE, FEDERBIOCOMBUSTIBLES, ASOHFRUCCOL, FEDEGAN, FENAVI, AUGURA, SAC, CROPLIFE

OTROS: Consejo Privado de Competitividad, AgroBio, Corporación Biocomercio, ILSI NorAndino, Corporación Biocomercio Sostenible, INNOVA

COSTA RICA

CENTROS DE INVESTIGACION: INSIBO, CeniBiot, Universidad de Costa Rica, Tec. de Costa Rica, Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas, CATIE, Inst. Costarricense de Investigaciones Clínicas, Energías Biodegradables, Centro de Investigación en Biotecnología, CeNat, INTA, INCOPECA, INCOPECA.

ASOCIACIONES: Asociación Costarricense de Productores de Energía, Cámara Nacional de Cafeteros, Cámara de Industrias de Costa Rica, Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria, CROPLIFE

OTROS: IICA, Consorcio de empresas de biotecnología, ILSI Mesoamérica

CUBA

CENTROS DE INVESTIGACION: CNGM, CIM, CIGB, CECIC, Inst. Finley, IPK, OE, Inst. Llorad, NOVATEC, CENPALAB, BioCen, CENSA, CIREN

ASOCIACIONES: BioCuba Farma, Asociación Cubana para la Ciencia y Tecnología de Alimentos, Cuba Solar

ECUADOR

CENTROS DE INVESTIGACION: Charles Darwin Foundation Quito, Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE), INSPI, Inst. Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables – INER, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Instituto Nacional de Pesca – INP, Instituto Antártico Ecuatoriano – INAE, Instituto Nacional de Investigación Geológica, Minero y Metalúrgico – INIGEMM, Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar

ASOCIACIONES: ALAFAR, APROFEL, ANCUA, ANECAAO, PROCOSMETICOS, FENAZUCAR, AgroBio, FEDAPAL, Cámara Nacional de Acuicultura, Cámara de Industrias y Producción, Cámara Ecuatoriana de la Industria de la Innovación y Tecnología Agrícola, CROPLIFE

OTROS: Alianza para el Emprendimiento y la Innovación, ILSI NorAndino

URUGUAY

CENTROS DE INVESTIGACION: Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, Hospital Universitario Universidad Rosario, Red Académica Uruguayo, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Instituto Pasteur de Montevideo, U. de la República, U. de Montevideo, Inst. Ártico Uruguayo, LATU, Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas

ASOCIACIONES: Cámara de Industrial del Uruguay, Cámara Solar del Uruguay, Cámara Uruguaya de Semillas, CROPLIFE

PERU

CENTROS DE INVESTIGACION: Instituto Nacional del Perú, Centro Internacional de la Papa CIP, Instituto del Mar del Perú, Inst. de Investigación en Química, Microbiología y Biotecnología de la U. de San Marcos, U. Nal. Agraria La Molina, INIA, U. Ricardo Palma, U. Nal. Federico Villarreal, Inst. Investigaciones Amazonia Peruana, U. San Martín de Porres

ASOCIACIONES: PeruBiotec, AgroBio, Sociedad Nacional de Industriales, AMCHAM, Apisemillas, Gremio Peruano de Cosmética e Higiene, PROTEC, AGAP, ALAFARPE, APA, Sociedad Nal. de pesquería, ADIFAN, Cámara Nal Forestal, Cámara Peruana de Energías Renovables, Cámara de medio ambiente y desarrollo sostenible, CROPLIFE

Otros: Consorcio para el Desarrollo del Ecoregion Andina-CONDESAN, Consejo Nacional de Competitividad, PROINVERSION

MÉXICO

CENTROS DE INVESTIGACION: CYMMIT, CINVESTAD, Inst. Nal. de Salud, Inst. Nal. de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Inst. Potosino de Investigación Científica, Inst. de Ecología, Inst. Biotecnología de la UNAM, U. de Guanajuato, U. de Guadalajara, Centro de Investigación del Estado de Jalisco , ITESM, IPN, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, UTTAB, UTT, UIA, UAM

ASOCIACIONES: CANAJAD, CANIAG, CNIAA, CNICP, CANICERM, CANIFARMA, CANILEC, AgroBio México, CANIPEC, CNIF, Asociación Nal de energía solar, Asociación Mexicana de energía eólica, CROPLIFE

OTROS: Asociación de Ejecutivos en Transferencia de Tecnología, CamBio Tec, Instituto Mexicano para la Competitividad, ILSI México

Comisión Económica para América Latina

Fuente: Elaboración propia

III. Áreas de aplicación de la bioeconomía en América Latina y el Caribe

A. Identificación de los sectores potenciales

La definición de una estrategia de bioeconomía y la identificación de sectores potenciales para una región, país o grupo de países lleva implícita la determinación de los potenciales económicos de los diferentes sectores y cadenas productivas involucradas. Con ello se busca que el potencial económico se corresponda con la mejor oferta disponible en términos de recursos biológicos, infraestructura, recursos financieros y humanos, marcos normativos e institucionales, e instrumentos de apoyo, entre otros.

Varios estudios y expertos internacionales (Trigo et al., 2014; Henry et al., 2014; Rodríguez et al., 2017; Sasson y Malpica, 2017) han destacado el potencial de la bioeconomía para América Latina, dada su enorme y variada diversidad de recursos biológicos, tales como biodiversidad, su capacidad para producir biomasa y la generación de desechos agrícolas o industriales. Pero esta aproximación es incompleta si no se valoran al menos dos aspectos, a saber: a) potenciales económicos globales de las tecnologías que puedan convertir el capital natural en bienes y servicios; y b) el potencial económico de los diferentes senderos o áreas de interés ya definidos y priorizados para la región. El presente capítulo pretende brindar una mirada introductoria a estos potenciales económicos identificados.

B. Características de los sectores potenciales

Los sectores / rutas estratégicas para el desarrollo de la bioeconomía evaluadas en este capítulo fueron identificadas en el Proyecto ALCUE-KBBE y son las siguientes:

- i) uso sostenible / valoración de la biodiversidad;
- ii) bioenergía y biomateriales;
- iii) eointensificación en la agricultura;
- iv) productos y procesos biotecnológicos;
- v) servicios ecosistémicos

Estas rutas también son parte del marco de referencia de los trabajos recientes de Rodríguez et al (2017) y de Sasson y Malpica (2017).

Recuadro 2 **Mercados líderes de la tecnología ambiental y la eficiencia de los recursos**

En los últimos años se evidencia un rápido desarrollo y crecimiento de los mercados líderes de las denominadas tecnologías verdes. Según el estudio de Berger (2014) para el Gobierno Federal de Alemania, el volumen del mercado mundial de las tecnologías ambientales y de la eficiencia de los recursos fue de 2,5 mil millones de euros en 2013. Y se prevé que el volumen de este mercado seguirá creciendo. Se estima que, en 2025, los seis mercados líderes enumerados en el estudio probablemente tendrán un valor de 5,4 mil millones de euros, con un promedio de 6,5 por ciento de crecimiento anual en el período de 2013 - 2025 (Berger, 2014).

Mercados líderes	Segmentos de mercado	
Generación de energía ambientalmente amigable, almacenamiento y distribución	Energía renovable Uso ecoeficiente de los combustibles fósiles Tecnologías de almacenaje	Redes eficientes
Eficiencia energética	Procesos de producción eficientes en el uso de la energía Edificios eficientes en el uso de la energía Utensilios eficientes en el uso de la energía	Componentes cros-sectoriales
Eficiencia material	Procesos eficientes en el uso de materiales Tecnologías con aplicaciones en varios sectores Recursos renovables	Protección de los bienes ambientales Infraestructura adaptada al clima
Movilidad sostenible	Tecnologías de manejo alternativas Combustibles renovables Tecnologías para incrementar la eficiencia	Manejo del tráfico y de la infraestructura de transporte
Manejo de desechos y reciclaje	Recolección, transporte y separación de desechos Recuperación de materiales Recuperación de energía	Tecnologías de manejo de rellenos sanitarios
Manejo sostenible del agua	Producción y tratamiento del agua Sistemas de agua Recuperación de aguas residuales	Incrementar la eficiencia el uso del agua

Fuente: Berger (2014)

1. Uso sostenible / valoración de la biodiversidad

El sendero de valoración de la biodiversidad está relacionado con el concepto de biocomercio (BioTrade); sin embargo, no solo brinda nuevas oportunidades de mercado, sino que representa empleo y movilidad social al incluir a las cadenas agrícolas, alimentarias, de subsistencia y de producción de piensos para animales.

El concepto de biocomercio ha evolucionado para incluir, no solo el conocimiento, conservación y uso de la biodiversidad, sino que también los conceptos de sostenibilidad y de la distribución de los

beneficios. En suma, busca promover el comercio e inversión en productos y servicios de biodiversidad, para promover el desarrollo sostenible y reducir la pobreza, de acuerdo con los tres objetivos principales del Convenio de Diversidad Biológica (CDB): conservación de la biodiversidad, uso sostenible de sus componentes y distribución de beneficios de la utilización de recursos genéticos (UNCTAD 2016a).

El biocomercio es entendido como las actividades de recolección, producción, transformación y comercialización de bienes y servicios derivados de la biodiversidad nativa, bajo los criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica (UNCTAD, 2007). El biocomercio es un sector comercial en expansión, con ventas por USD 5.2 mil millones (UNCTAD, 2016b), en el cual los productos cosméticos, farmacéuticos a base de recursos naturales, alimentos y piensos constituyen los sectores de principal presencia y crecimiento.

El análisis del potencial económico de algunos de los sectores que comprenden el sendero valoración de la biodiversidad (Trigo et al, 2014) indica que todos han presentado, presentan y presentarán mercados globales en expansión y con tasas de crecimiento positivas que se sitúan entre el 8% y el 10% anual. Por ejemplo:

- i) El mercado global de cosméticos naturales en 2015 alcanzó la cifra de USD 12 mil millones y crece a tasas de 2 dígitos cada año (UEBT & UNIDO, 2016);
- ii) Se espera que el mercado global de productos para el cuidado personal orgánico llegue a USD 15.6 mil millones en el año 2020, con un CAGR de 9,30% entre 2014 y 2020 (Transparency Market Research, 2015);
- iii) El volumen de mercado global de plantas medicinales y extractos en 2008 fue de USD 11.5 mil millones, y en él Brasil tiene una participación del 54%, con las mayores exportaciones representadas en aceites esenciales, extractos de oleo-resinas, pimienta, mate, seguido por Argentina y Perú (UNCTAD, 2012).;
- iv) Markets & Markets estima que en 2017 el mercado global de extractos botánicos tendría un valor de USD 3.92 mil millones y se proyecta que alcance USD 6.03 mil millones en el año 2022, con una tasa de crecimiento del 9%.
- v) El mercado global de los aceites esenciales ha crecido continuamente en los últimos años y el tamaño del mercado se proyecta que alcance USD 11.19 mil millones en el 2022, con una tasa de crecimiento del 8.8% entre 2017 y 2022 (Markets and Markets, 2017).

El cuadro 4 resume el valor de algunos mercados seleccionados dentro del sendero valoración de la biodiversidad y sus tasas de crecimiento anual.

Los productos cosméticos y farmacéuticos que comprenden este sendero son muy diversos; desde esencias, champús, emolientes, cremas corporales y de manos, aceites esenciales, perfumes, lociones, protectores solares, etc., que colaboran en el cuidado personal, hasta las cápsulas, tabletas, grageas, emulsiones, suspensiones y otras varias presentaciones farmacéuticas que previenen o contrarrestan los efectos de ciertas enfermedades (Prom Peru, 2013). Todos, tienen un uso favorecido por tendencias globales como la mayor conciencia ecológica ambiental, movida por factores como el cambio climático o el calentamiento global, así como la necesidad de un mayor cuidado de la salud humana.

Algunos sectores cosméticos específicos tienen los mayores potenciales de mercado y ya están beneficiando a países en vías de desarrollo. Market Research (2016^a) plantea que los nutracéuticos enfocados a lograr un efecto cosmético (cosmecéuticos) componen el segmento de más rápido crecimiento de la industria cosmética. Apoyando esta idea, el informe de Techanvio (2016) calcula que, durante el periodo indicado, el sector de los cosmecéuticos crecerá a una tasa compuesta anual de casi el 6%, destacando dentro de esta categoría los productos antienvjecimiento y los de cuidado de la piel, bucal y cabello, maquillaje (labios y uñas principalmente) y otros productos para el baño y la higiene personal. Perú es un ejemplo importante que muestra como las exportaciones de productos basados en la biodiversidad pueden añadir valor a la economía. Entre el 2012 y el 2015 las exportaciones de este tipo de productos pasaron de USD 250 millones a USD 360 millones (valor FOB), incluyendo exportaciones de achiote, cochinilla, kiwicha, lúcuma, maca, maíz, nuez del Brasil, quinua, Sancha Inchi y Tara (MINAM,

2016); para 2017 se esperan USD 448 millones en exportaciones de productos derivados de biodiversidad nativa⁹.

Cuadro 2
Valor de mercado y tasas de crecimiento de algunos sectores relacionados con el uso sostenible / valoración de la biodiversidad

Mil millones de dólares y porcentajes

Sector	Volumen mercado (USD)	Año	Tasa crecimiento anual %
Cosméticos naturales	12 mil millones	2015	>10%
Productos para el cuidado personal orgánico	15.69 mil millones	2020	9.30% (2014-2020)
Plantas medicinales y extractos	11.54 mil millones	2008	ND
Extractos botánicos	3.92 mil millones	2017	9% (2017-2022)
Aceites Esenciales	11.19 mil millones	2022	8.83% (2017-2022)

Fuente. Elaboración propia, a partir de Markets and Markets (2017); Transparency Markets (2015); UEBT & UNIDO (2016) y UNCTAD (2012).

En la industria de alimentos procesados, con el fin de innovar y responder a los intereses particulares del consumidor final, el uso de ingredientes y materias primas derivados de especies nativas es cada vez de mayor interés. El estudio de GDB NETWORK (2013) indica que la producción mundial de alimentos procesados alcanzó los USD 4.7 mil millones, como parte de una mayor inversión en tecnología, así como el avance de la automatización de los procesos productivos, permitiendo que la industria sea una de las más significativas para las economías en términos de producción y empleo. Asia Pacífico es la mayor región productora de alimentos procesados, representado el 43.2% del total producido en 2013, seguida por Europa, Norteamérica y Latinoamérica. Está previsto que para el período 2013-2020, la oferta mundial de alimentos procesados crezca a una tasa promedio anual (CAGR) del 7.6%, llegando a producirse un valor de USD 7.85 mil millones al 2020.

2. Bioenergía

El término bioenergía o energía derivada de la biomasa, se refiere a un tipo de energía renovable procedente del aprovechamiento de la materia orgánica e industrial formada en algún proceso biológico o mecánico, y que generalmente es extraída de los residuos de las sustancias que constituyen los seres vivos (plantas, seres humanos, animales, entre otros), o sus restos y residuos (Islas & Martínez, 2010).

En la actualidad la mayor parte de la bioenergía global es suministrada por la producción de etanol y biodiesel. El etanol proveniente principalmente de cultivos de caña de azúcar y maíz y el biodiesel proveniente de la palma de aceite, de la soja y de raps. Ambos mercados, con algunas restricciones y limitaciones, tienen crecimientos sostenidos y con tasas de crecimiento anual que se espera sean prometedoras en el futuro cercano. La producción mundial de etanol creció cerca de un 6% en 2013, pasando de una producción total de 82.6 miles de millones de litros (Mml) a 87.2 Mml. Estados Unidos es el mayor productor a nivel mundial seguido por Brasil, con alrededor de 50 Mml y 25.5 Mml producidos en 2013 respectivamente con una capacidad instalada 100 Mml, y 650 plantas operando a nivel mundial. Para el mismo año 2013 la producción mundial de biodiesel alcanzó 26.3 Mml, un 11% más que lo registrado en 2012. Al igual que el mercado de etanol, Estados Unidos lidera la producción mundial de biodiesel con 4.8 Mml (GBD Network, 2014).

Se espera que la producción mundial de bioetanol y biodiesel se expanda hasta alcanzar respectivamente 158 Mml y 40 Mml en 2023; y para ese año se espera que el 12% de la producción mundial de cereales secundarios, así como el 28% de la producción mundial de caña de azúcar y el 14%

⁹ Declaraciones del Viceministro de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales del Ministerio de Ambiente del Perú en el Foro de Amazonia Sostenible de la 7ª edición Expo Amazónica. Moyobamba, Perú, agosto 2017.

de aceite vegetal sean utilizados para la producción de energía basada fundamentalmente en etanol y biodiesel (GBD Network, 2014).

La tecnología de obtención de biodiesel, aunque prometedora, tiene límites en su potencial para desplazar al diésel de petróleo, entre los que destacan la gran superficie de cultivo que requiere, su tiempo de producción (meses) y el bajo rendimiento de lípidos (aceites) obtenido con las plantas oleaginosas (menos de 20 por ciento). Por ello, una alternativa para satisfacer la demanda para el transporte y es la producción de biodiesel a partir de lípidos de microalgas; el potencial es inmenso y que puede hacerse económicamente factible cuando el precio del petróleo rebase los sesenta dólares americanos por barril (Islas & Martínez, 2010).

Respecto a la producción de biocombustibles en Brasil, considerando los datos de la Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2017), la producción total de etanol de caña de azúcar llegó a 28,7 millones de m³, con una tasa anual de crecimiento de 2,4% al año para el período de 2007-2016. Las ventas están garantizadas por la adición obligatoria de 27% de etanol (desde marzo de 2015) en la gasolina común. La proporción obligatoria de biodiesel al diésel fósil es de 8% desde 2017, pasando a 9% en 2018 y finalmente a 10% en 2019, con resultados en la sustitución de diésel importado y en la generación de empleos. En 2016 la capacidad de producción de biodiesel (B100) en Brasil era de 7,4 millones de m³, pero la producción, afectada por la crisis económica alcanzó 3,8 millones de m³. El aceite de soya corresponde a 79,1% de la materia prima para producción de biodiesel, seguida de grasas animales con 16,3% del total (ANP, 2017).

Es de destacar que la inversión mundial en capacidad de energía renovable en el 2015 llegó a 265.8 mil millones de dólares; y por primera vez en la historia la inversión total en energía renovables y en bio combustibles en países en vías de desarrollo superó a las de las economías desarrolladas. Por el contrario, la inversión en energía renovable en los países desarrollados en su conjunto se redujo en un 8% en el 2015 (REN21, 2016).

3. Ecointensificación en la agricultura

La intensificación agroecológica (AEI) o eco-intensificación, integra los principios ecológicos y de la gestión de la biodiversidad en los sistemas agrícolas con el objetivo de aumentar la productividad agrícola, reducir la dependencia de insumos externos y mantener o mejorar los servicios de los ecosistemas (Garbach et al, 2017). Dentro de este sendero, y con fines de análisis situamos a los productos provenientes de la agricultura ecológica¹⁰ (orgánicos) y a los bioinsumos, que comprenden una amplia gama de productos. Todos estos sectores cuentan con mercados globales en crecimiento y expansión y con tasas de crecimiento anual cercanas al (13%) para los productos orgánicos y (del 5% al 15%) para los bioinsumos en general, dependiendo del país y la región.

En 2007 las ventas de productos orgánicos en Estados Unidos alcanzaron entre USD 15 y 16 mil millones y llegaron a los USD 46 mil millones de dólares en el 2010 (Research & Reports, 2017). El mercado de productos orgánicos cosechados en Europa también viene creciendo de manera sostenida desde hace varios años. Por primera vez después de la crisis financiera, en el año 2015 este mercado creció a doble dígito, a una tasa del 13% anual, alcanzando un volumen de mercado de € 30 mil millones. En Francia e Italia el mercado creció 15% y en Alemania 11% durante el mismo periodo de análisis (2015). En volumen alemán es el más grande del mercado orgánico en Europa (€ 8.6 mil millones), seguido por Francia (€ 5.5 mil millones), el Reino Unido (€ 2.6 mil millones) e Italia con € 2.3 mil millones (Willer & Huber, 2017). El mercado de productos orgánicos cosechados crece en Europa a una tasa más alta que la

¹⁰ De acuerdo con el Codex Alimentarius, considerará que un producto lleva indicaciones referentes a métodos de producción orgánica cuando en la etiqueta o en la declaración de propiedades del producto o sus ingredientes se describan mediante: los términos “orgánico”, “biodinámico”, “biológico”, “ecológico”, o vocablos de significado similar, incluidas formas abreviadas, que, en el país donde el producto se lanza al mercado, y que sugieren al comprador que el productor o sus ingredientes se han obtenido mediante métodos de producción orgánica. Los métodos de producción orgánica son considerados como tal si son el producto de un sistema de agricultura orgánica que utiliza prácticas de gestión orientadas a mantener ecosistemas de productividad sostenible, y combaten las malezas, plagas y enfermedades por medio de una mezcla diversa de formas de vida mutuamente dependientes, mediante la reutilización de residuos vegetales y animales, la selección y rotación de cultivos, la ordenación del agua, y prácticas adecuadas de labranza y cultivo.

tierra cultivada bajo esquemas de agricultura orgánica. Para el final del año 2015, 12.7 millones/ha estuvieron bajo manejo orgánico en Europa; y 11.2 millones/ha sólo en territorio de países de la Unión Europea. Los países con una mayor cantidad de tierra cultivable bajo prácticas de agricultura orgánica fueron España (1.97 millones/ha), Italia (1.49 millones/ha) y Francia (13.7 millones/ha). En cada uno de estos tres países el área cultivada orgánica se incrementó en por lo menos 100.000 ha. (Willer & Huber, 2017).

En Latinoamérica la oferta de productos ecológicos está localizada principalmente en los países del Cono Sur (Argentina 68%, Uruguay 14%, Brasil 6%), Chile 6%, Perú 2%, Colombia 2%, Paraguay 1% y Ecuador 1% (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & Fundación Manuel Mejía, 2007).

El motor del crecimiento de estos mercados es principalmente el consumidor europeo, que busca alimentación más sana apoyada en estilos de vida saludable. El ciudadano europeo gasta más recursos en alimentos de naturaleza orgánica, un promedio de € 36,4 en Europa y € 53.7 en la Unión Europea; Suiza es el país con el mayor gasto per cápita en alimentos orgánicos del mundo (€ 262), seguido por Dinamarca y Suecia (€ 177) (Willer & Huber, 2017).

La tendencia de crecimiento positivo aplica de igual manera para variados segmentos del mercado que incluye a los bioinsumos de uso agrícola, a los bioestimulantes y a los bioreguladores de crecimiento vegetal. Las tasas de crecimiento anual del mercado de bioinsumos varían entre 15 % (UE, 2007), Asia (12%, 2010) y América Latina (5%, 2010), con volúmenes de mercado entre USD 350-450 millones en USA (2007), UE (USD 135 millones, 2007), Asia (USD 120 millones, 2010) y América Latina (USD 120 millones) (Markets & Markets, 2016).

El mercado de los bioestimulantes para el año 2015 estaba valorado en USD 1.5 mil millones y para el 2021 se proyecta que alcance USD 2 mil millones, con una tasa de crecimiento anual estimada de 10.4% entre el 2016 y 2021 (Markets & Markets, 2016) (cuadro 3). Los principales actores de este mercado son BASF SE (Alemania), Novozymes A/S (Dinamarca), Isagro SpA (Italia), Platform Specialty Products Compañía (EE.UU.), Valagro SpA (Italia) y Biolchim SpA (Italia). En este segmento es notable la creciente tendencia entre los agricultores por aceptar productos basados en consorcios microbianos y en biofertilizantes y en hacer extensivo el uso de los productos a cultivos de alto valor como maíz, algodón, colza, soja y girasol. Los acuerdos de distribución con empresas regionales, las adquisiciones de compañías locales y la investigación en torno a los tipos de cultivo, tipo y suelo y condiciones agroecológicas y climáticas son algunas de las actividades más valiosas que están desarrollando las compañías líderes en este sector (Markets & Markets, 2016).

El segmento de los reguladores de crecimiento vegetal también presenta tasas de crecimiento anual y volúmenes de venta en constante crecimiento. En 2010 el volumen global de este mercado alcanzó un valor de USD 1 mil millones con una tasa de crecimiento anual del 9% y se prevé para el 2020 el valor de mercado sea de USD 1.92 mil millones, con tasas de crecimiento entre 2015 y 2020 cercanas al 3.6% anual. Las compañías líderes en este segmento son Bayer Crop Science y BASF (Alemania), FMC Corporation (USA), Sygenta (Suiza/China), Dow Chemical (USA) y Nufarm Limited (Australia). Las compañías de China y Nueva Zelanda lideran el mercado de Asia Pacífico (Cuadro 28) (Markets & Markets, 2016).

Otro segmento importante en la ruta de ecointensificación de la agricultura es el de la agricultura de precisión. Se reconoce la contribución de este sistema productivo para mejorar el rendimiento y los servicios ecosistémicos en los sistemas de producción (Garbach et al, 2017). La agricultura de precisión permite a los agricultores aplicar insumos externos controlando los niveles de dosificación, de manera que se satisfagan las necesidades de producción vegetal, al mismo tiempo que limitan el exceso de escorrentía hacia los sistemas acuáticos adyacentes. Estas técnicas parten de una base relacionada con el concepto de variabilidad, intrínseco a la explotación del campo. La agricultura de precisión pretende controlar los efectos de esta variabilidad, potenciando rendimientos mayores y más homogéneos, a partir del mejor aprovechamiento de recursos. El fin es conseguir un aumento de la competitividad de las explotaciones agrícolas, al tiempo que reduce el impacto medioambiental vinculado a la actividad agrícola (Ainia, 2017).

Cuadro 3
Valores de mercado globales y potenciales para las áreas de bioestimulantes y reguladores de crecimiento vegetal
Mil millones de dólares y porcentajes

Sector	Valor de Mercado mil millones de USD	Proyección valor de mercado (mil millones USD)	Tasa crecimiento anual %
Bioestimulantes	1.5 (2015)	2 (2021)	10.4% (2016-2021)
Reguladores crecimiento vegetal	1 mil millones (2010)	1.92 mil millones (2020)	3.6% (2015-2020)

Elaboración propia. Tomado de: Markets and Markets. 2016.

La biorremediación es uno de los elementos fundamentales en la reparación de ecosistemas. Se refiere a tecnologías que utilizan el potencial metabólico de los microorganismos (fundamentalmente bacterias, pero también hongos y levaduras) para transformar contaminantes orgánicos en compuestos más simples poco o nada contaminantes. Es una tecnología poco intrusiva en el medio y generalmente no requiere componentes estructurales o mecánicos destacables (Glazer & Nakaido, 1995).

El mercado global de tecnologías de remediación ambiental se valoró en alrededor de USD 59 mil millones en 2013. Se espera que el mercado total pase de casi USD 61.7 mil millones en 2014 a USD 80.5 mil millones en 2019, con una tasa de crecimiento anual compuesto del 5,5% en 2019 (BCC, 2015).

4. Productos y procesos biotecnológicos

Este sendero comprende una amplia gama de productos, tales como las enzimas industriales, los alimentos funcionales, los biomateriales y los biosensores, entre otros. Es un sendero muy relacionado con el de la valoración de la biodiversidad.

a) Enzimas industriales

El mercado de las enzimas industriales se proyecta que crezca hasta el 2022 a una tasa de 5.8%, llegando a alcanzar en ese año un valor del mercado de USD 6.3 mil millones de dólares, compuesto principalmente por amilasas, celulasas, proteasas, lipasas y fitasas, con aplicaciones en las industrias de alimentos, bebidas, agentes de limpieza y alimentación animal, obteniéndose de microorganismos, plantas y animales (Markets & Markets, 2017). Según la Agencia Canadiense de Inspección de Alimentos este sector hace uso de cultivos y microorganismos genéticamente modificados que ya son ampliamente usados y que podrían estar presente hasta en el 70% de los alimentos procesados y que, según otros autores, están presentes del 70 al 80% en los productos alimenticios envasados o empacados que contienen dentro de sus componentes maíz o soya (Erickson, 2015).

b) Alimentos funcionales

Los alimentos funcionales no son una categoría, única ni total, ni claramente definida. Se incluye en ella a los alimentos o productos alimenticios comercializados con proclamas del tipo nutracéuticos, suplementos alimentarios, alimentos diseñados, farmalimentos, alimentos enriquecidos, medicalimentos y vitaminalimentos, entre otros. La característica común que todos tienen es que se relacionan con el buscar proveer al ser humano un estado de salud o bienestar o disminuir los riesgos de padecer alguna enfermedad, en cantidades o concentraciones similares a las que ocurren en una dieta común (Ashwell, 2004).

Actualmente y a pesar de una amplia polémica sobre el tema, el término que comienza a ser más aceptado desde el punto de vista regulatorio y comercial es el de alimentos funcionales, a los que la industria de alimentos califica como aquellos que tienen algún efecto fisiológico que puede beneficiar la salud de quienes lo ingieren (Biruet et al, 2009). Este uso reemplaza el término nutracéutico, entendido como cualquier alimento o ingrediente de los alimentos que ejerce acción benéfica en la salud humana.

En términos económicos, sin embargo, el mercado de la alimentación saludable abarca los alimentos funcionales, los alimentos dietéticos y los complementos alimenticios (<http://www.eurasante.com/fileadmin/web/pdf-publications/alimentsante.pdf>). Frente a la madurez de los mercados japonés y estadounidense, el mercado europeo se distingue por su crecimiento. En la década de los noventa el mercado europeo se evaluaba a 30 mil millones de euros. Francia representaba el 20% de las ventas, el Reino Unido 18% y Alemania 39% de las ventas según Eurostat (Prochile, 2013).

Un ejemplo de la dinámica de este sector lo evidencia el valor de mercado de los “nutracéuticos”. De acuerdo con Market Research (2016b), se prevé que el valor del mercado de estos productos crecerá desde los USD 29.48 mil millones facturados en 2016, hasta los USD 45.58 mil millones previstos para 2022, lo que supone una tasa compuesta de crecimiento anual del 7,5%. El mercado de los resaltadores de sabor se estima que para el 2022 alcance USD 8.18 mil millones, con una tasa de crecimiento del 5.6% de 2017 a 2022 (Markets & Markets, 2017). En relación con los suplementos herbales, el valor de mercado se proyecta en USD 86.74 mil millones para el 2022, con una tasa de crecimiento de 6.8% entre 2016 y 2022 (Markets & Markets, 2017). Por su parte Leatherhead Food Research (2104) prevé que el mercado mundial de alimentos funcionales alcanzará los USD 54 mil millones en el 2017.

c) Biomateriales y bioplásticos

El sendero de procesos y productos biotecnológicos también contempla los biomateriales, elementos provenientes de fuentes renovables y que son biodegradables, biocompatibles, bioinertes y bioasimilables. Estos materiales encuentran aplicaciones en las industrias de la construcción, medicina, textil, transporte, alimentos, energía, agropecuaria (Rintoul, 2014).

Hay poca visibilidad entre el público en general y los hacedores de política acerca de la importancia de la producción de productos biobasados. No obstante, a raíz de la COP21 y del movimiento global hacia una economía circular, se está mejorando la visibilidad de estos productos y la industria está ganando confianza para introducirlos en el mercado. Dentro de algunos de los productos que están llegando al mercado se pueden encontrar botellas derivadas de los azúcares, combustibles a partir de heno, grafeno a partir de aceite de soya, “Wall plug” a partir de nueces de castor, uso de bioplásticos en automóviles, azúcares para elaborar tapetes/alfombras, y sedas de araña para implantes médicos, entre muchos otros. Solo en el año 2016, se reportaron cerca de 30 alianzas para el desarrollo de productos de base biológica (OECD, 2017).

d) Ingeniería genética

Un sector económico adicional en este sendero, que crece de sostenida y añade valor a las economías nacionales es el de los cultivos genéticamente modificados (GM). Desde 1996 cuando se aprobó la siembra del primer cultivo genéticamente modificado se ha presentado un incremento permanente en la adopción y siembra de estos cultivos, llegando a 185.1 millones de hectáreas en 26 países en el 2016. Los cultivos GM más importantes son la soya (78% del total sembrada en el mundo es GM), el algodón (64% a nivel global es GM), el maíz (33% del total sembrada en el mundo es GM) y la colza (colza) (24% es GM) (James, 2016). Con menor extensión se encuentra cultivos GM de papaya, flores, alfalfa, berenjena, remolacha azucarera y manzana. En cuanto al porcentaje de adopción por los principales países productores de cultivos GM, en Estados Unidos el 92% del maíz es GM, el 94% de la soya y el 94% del algodón son GM; en Brasil cerca del 80% de la soya es transgénica; y en Argentina hay datos que indican que el 99% de la soya es GM (Brookes & Barfoot, 2017).

5. Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos han sido definidos en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (PNUMA, 2005), como los beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas sean económicos o culturales. Dicho estudio clasificó los servicios ecosistémicos en cuatro categorías:

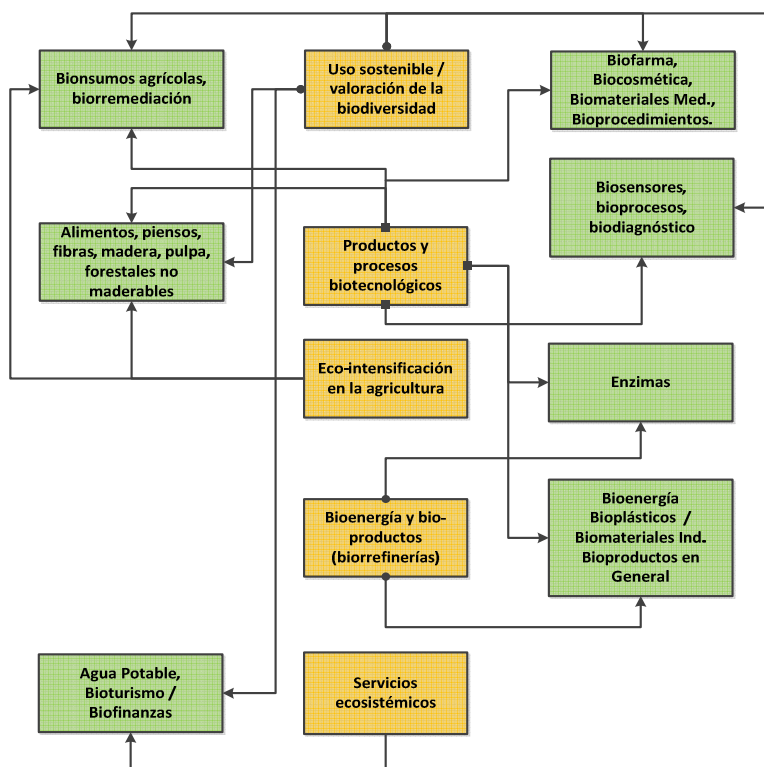
- i) Servicios de apoyo, por ejemplo, formación del suelo, ciclo de los nutrientes, producción primaria.

- ii) Servicios de aprovisionamiento, por ejemplo, alimentos, agua potable, leña, fibra, productos químicos biológicos, recursos genéticos. Un caso emblemático en Colombia es el de los páramos, ecosistemas que representan menos del 2% del territorio colombiano pero que aportan agua al 70% de la población.
- iii) Servicios de regulación, por ejemplo, regulación climática, regulación de enfermedades, regulación hídrica, purificación del agua, polinización.
- iv) Servicios culturales, por ejemplo, espiritual y religioso, recreación y ecoturismo, estética, inspiración, educación, ubicación, herencia cultural.

Todos estos beneficios que recibe la sociedad son posibles gracias a la biodiversidad y sus ecosistemas, y de ellos depende el bienestar de las generaciones presentes y futuras en el planeta. La biodiversidad genera y ayuda a mantener el suministro de muchos servicios ecosistémicos que son esenciales para el bienestar humano y el desarrollo económico. Numerosos estudios han subrayado el considerable valor económico de estos bienes y servicios.

El diagrama 10 ilustra el tipo de productos que pueden derivarse de cada una de las áreas estratégicas destacadas. Es evidente que el ámbito de los productos y aplicaciones biotecnológicas, junto con la explotación de productos de la biodiversidad son relevantes para muchos productos. Son, por lo tanto, senderos centrales para el desarrollo de la bioeconomía en la región.

Diagrama 10
Vínculos entre las áreas estratégicas para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina y la producción de diferentes bienes y servicios de base biológica
Ilustración



Fuente: Elaboración propia.

IV. Barreras que limitan el desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe

En esta sección se identifican y evalúan factores que pueden afectar o afectan el desarrollo de la bioeconomía en las áreas estratégicas descritas en la sección anterior, y se ofrecen recomendaciones para su superación. El análisis incluye regulaciones de diversa naturaleza, incentivos para promover la innovación y factores relacionados con el acceso al mercado de nuevos productos de base biológica.

A. Identificación y evaluación de regulaciones

1. Valoración de la biodiversidad

Se identifican cuatro grandes grupos de regulaciones temáticas que condicionan el acceso, uso y aprovechamiento sostenible, justo y equitativo de los bienes provenientes de la biodiversidad. Las primeras cuatro reglamentaciones están asociadas a la implementación del Convenio de la Diversidad Biológica (CDB), a saber:

- i) Protocolo de Nagoya, relacionado con el acceso a recursos genéticos y la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de su utilización.
- ii) Decisión Andina 391, sobre Regulación de Acceso a Recursos Genéticos.
- iii) Protocolo de Cartagena, sobre Seguridad de la biotecnología, en vigor desde el año 2003, el cual contiene provisiones sobre la transferencia, manipulación y uso seguro de los organismos vivos modificados que pudieran tener efectos adversos en la diversidad biológica, teniendo en cuenta los riesgos para la salud humana, y concentrándose específicamente en los movimientos transfronterizos.
- iv) Protocolo de Nagoya–Kuala Lumpur, sobre responsabilidad y compensación, suplementario al Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología.

La obtención de productos farmacéuticos y cosméticos como bienes finales provenientes de la diversidad biológica es regida o reglamentada en los países de origen por las respectivas normatividades nacionales de Registros sanitarios y/o Notificaciones sanitarias. Si se desea exportar el producto se debe cumplir con todas las reglamentaciones exigidas en los países de destino, que además de los aspectos sanitarios, incluye también aspectos comerciales, el cumplimiento de normas de origen y normas voluntarias, el establecimiento de medidas

no arancelarias (MNA) y los obstáculos de procedimiento relativos al proceso de exportación. Se destacan a este efecto las Normas de Mercosur y la Unificación de criterios para expedición de Notificaciones Sanitarias en la Comunidad Andina de Naciones (Decisión Andina 531). En esta sección se tratan los aspectos puramente normativos ligados con la existencia o la falta de regulación. Los aspectos relacionados con MNA serán tratados en el acápite relacionado con barreras comerciales.

Como puede verse, existe normativa sobre el acceso a los recursos genéticos y la distribución justa y equitativa de sus beneficios. Las barreras no son el reglamento o la normatividad per se, sino la falta de claridad en algunos aspectos no cubiertos por la normatividad, así como la complejidad de los procesos para su implementación y para la aplicación de la reglamentación. Por ejemplo, el Protocolo de Nagoya contempla por lo menos 10 tipos de beneficios monetarios y al menos catorce 14 tipos de beneficios no monetarios; sin embargo, muy pocos países han avanzado en reglamentar dichos beneficios.

El caso de Brasil es significativo, pues mediante la Ley Ordinaria 13.123 de mayo de 2015 (derogó la medida provisoria 186-16 de 2001) de acceso al patrimonio genético —sobre protección y acceso a los conocimientos tradicionales asociados y sobre la participación en los beneficios para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad —estableció un porcentaje fijo del 1% de los beneficios, reducible mediante acuerdos sectoriales hasta el 0.1% (Colciencias, 2016). Este es un paso regional significativo en el camino correcto de dar claridad a lo contenido en el Protocolo de Nagoya, pero hace falta desarrollar aspectos relacionados con los beneficios brutos de la explotación para el país, y con el pago o porcentaje de pago por sectores económicos (i.e. químico, médico, diagnóstico, farmacéutico, etc.).

Un ejemplo que cubre los aspectos de complejidad e implementación en el proceso es la Decisión Andina 391. Por ejemplo, en aplicación de esta normatividad en Colombia, el Estado, a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, firma con una persona natural o jurídica un contrato de acceso a recursos genéticos y sus productos derivados, que establece términos y condiciones para acceder a los recursos genéticos, a los productos derivados y si es el caso al componente intangible asociado. El contrato puede darse con fines industriales, comerciales y de prospección biológica. El proceso puede efectuarse vía electrónica y está previsto para durar alrededor de tres meses y medio; sin embargo, para poder iniciar formalmente el trámite se requieren varios permisos y trámites previos tales como: a) permiso de investigación científica de la autoridad ambiental; b) certificado de presencia de comunidades étnicas, si es del caso; c) certificado de titularidad de terrenos baldíos, si es el caso; d) certificado de la institución nacional de apoyo (Universidad o Centro de Investigación); e-f) conceptos técnicos de por lo menos dos subdirecciones ambientales diferentes a las encargadas del trámite; g) para al caso de actividades de cooperación y análisis de muestras es necesario contar con el permiso de exportación CITES o NO CITES; y h) concepto de la Superintendencia de Industria y Comercio en caso de que el producto o el proceso pueda protegerse por la vía de propiedad intelectual (caso patente).

Por lo tanto, para dar inicio formalmente se prevé ocho autorizaciones previas, seis de las cuales son otorgadas por entidades del gobierno diferentes a la que ejecuta el trámite y dos de la entidad a cargo del proceso. Es claramente un proceso ineficiente, que no promueve ni alienta la participación activa del sector académico e investigativo, ni del sector privado, en el conocimiento, conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

En el caso de las exportaciones de productos alimenticios farmacéuticos y cosméticos a destinos como Europa o Estados Unidos, el exportador debe cumplir con las regulaciones de nuevos alimentos (Novel Foods) de la Unión Europea; y con las regulaciones de la FDA en el caso de farmacéuticos y cosméticos. La regulación FDA en Estados Unidos está compilada en el Code of Federal Regulations (21 CFR - CFR 700 to 740); el Federal Food, Drug, and Cosmetic Act (FD&C Act); el Fair Packaging and Labeling Act (FP&L Act). Y la regulación para aditivos de color en cosméticos está regulada en 21 CFR 73, 74, 81 and 82.

Es importante tener en cuenta que, para el sector de alimentos, en el 2011 Estados Unidos promulgó la Ley de Modernización de la Inocuidad Alimentaria (FSMA), que se ha considerado la ley más radical en términos de inocuidad que se haya aprobado en los últimos 60 años. Según esta ley, se desarrollan y aplican regulaciones de inocuidad alimentaria, pasando de reaccionar ante los problemas de inocuidad a prevenirlos. El cumplimiento de esta nueva regulación y visión de vigilancia impacta a la industria de alimentos que quiera exportar sus productos a los EE. UU entre otros aspectos, porque:

- i) Se deben implementar controles preventivos de alimentos para el consumo humano;
- ii) Los agricultores deben cumplir requisitos de inocuidad para frutas y hortalizas;
- iii) Se debe auditar y certificar los proveedores extranjeros que deseen importar;
- iv) Tanto las instalaciones en los EEUU como en el extranjero se deben implementar planes de defensa alimentaria.

El cuadro 4 resume las principales barreras regulatorias y una propuesta de soluciones para fomentar el desarrollo de la bioeconomía a partir de la valoración y uso sostenible de la biodiversidad.

Cuadro 4
Barreras regulatorias identificadas para el Sendero de Valoración de la Biodiversidad

Área	Barreras Regulatorias	Acciones para superar la barrera
Acceso a recursos genéticos y participación justa y Equitativa de los beneficios derivados de la biodiversidad	Falta de desarrollos normativos nacionales y de claridad local en algunos aspectos de distribución de beneficios.	Reglamentar a nivel nacional y local tipos y montos máximos y mínimos de compensaciones monetarias y no monetarias fruto de la distribución justa de beneficios.
Acceso a recursos genéticos y participación justa y equitativa de los beneficios derivados de la Biodiversidad (Comunidad Andina)	Procedimiento reglamentario poco predecible con multitud de entidades intervinientes y múltiples pasos.	Educación y capacitación a funcionarios para mejorar predictibilidad del sistema. Simplificación de trámites. Apertura de ventanilla única virtual estatal para efectuar el trámite de acceso.
Productos alimenticios	Cumplimiento de múltiples y complejas regulaciones según país de destino (Novel Foods UE y FDA USA). Equivalencia de normas nacionales vs. Normas de país de destino.	Desarrollo de fuentes de información pública consistente y actualizada sobre requisitos normativos para producir y exportar productos alimenticios basados en la biodiversidad nativa.
Productos farmacéuticos y cosméticos.	Cumplimiento de múltiples y complejas regulaciones según país de destino: Cousing (ingredientes para cosméticos aprobados en UE); equivalencia de normas nacionales vs. normas de país de destino.	Realización de estudios nacionales sectoriales para determinar tipo y clases de las regulaciones vigentes a cumplir con fines de exportación de productos farma o cosméticos. Capacitar a los empresarios en la normatividad vigente y apoyarlos para dar cumplimiento a los requisitos legales. Establecer Sistemas de información virtual y en línea con todos los requisitos regulatorios por sector (farma y cosmético) y por país de destino.

Fuente: Elaboración propia.

2. Bioenergía (y energías alternativas) y biorrefinerías

Un análisis del contexto internacional de la producción de bioenergías necesariamente debe darse a la luz de los desarrollos actuales de éstas, los cambios de tendencia observables en la obtención y búsqueda de fuentes de energías alternativas diferentes a las existentes; y del futuro que se espera para los combustibles fósiles.

La discusión sobre la bioenergía durante los últimos años se ha centrado principalmente alrededor del tema de los biocombustibles líquidos (el etanol y el biodiesel). En el caso del etanol las principales fuentes son el maíz y la remolacha, en las zonas templadas; y la caña de azúcar en los países tropicales.

Para obtener biodiesel las fuentes principales son colza en Europa, la soya en Estados Unidos, Argentina y Brasil, y la palma de aceite en países tropicales como Malasia y Colombia.

En algunos países de la región (Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú y Uruguay) se ha está fomentando la implementación de otros tipos de cultivos diferentes a la caña y a la palma como fuentes alternativas de bioenergía.

- Chile pone énfasis en la producción de biocombustibles, tanto a partir de material lignocelulósico, como de micro y macro algas; CORFO apoya varios consorcios de producción de bioenergía con fuentes diferentes a la caña de azúcar. Dos de ellos, Biocomsa y BioEnercel, basan su operación en fuentes de material lignocelulósico; y tres, Bal Biofuels, Algaefuels y Desert Bioenergy, lo hacen con micro y macro algas.
- Colombia apuesta por fomentar la producción de oleaginosas que se requieran como materia prima para la obtención de biocombustibles de origen vegetal o animal para uso en motores diésel.
- Ecuador ve conveniente aprovechar los procesos de biodigestión e impulsar la producción de etanol a partir de subproductos agrícolas, especialmente algas y piñón.
- En Perú la ley fomenta el uso de Cana Brava, Bambú, Piñón e Higuerrilla como fuentes alternas.
- En Uruguay se promueve la siembra de cultivos alternativos con fines de producción de biodiesel y etanol.

La evidencia sobre la relación entre el uso de combustibles fósiles y el cambio climático está llevando a muchos países a proponer políticas para acelerar el tránsito hacia otras fuentes de energía en el transporte. Por ejemplo, para el año 2040 el Gobierno de Francia tiene planeado prohibir la venta de vehículos de combustión interna (Declaraciones Ministro Frances de la Transición Energética, Nicolas Hulot, 2016) y medidas similares han sido anunciadas en Inglaterra, donde incluso se planea incluir en esta categoría a los vehículos híbridos, así como en Noruega, en donde la medida se implementaría antes del año 2025.

En la mayoría de países de la región incluidos en este estudio existen reglamentaciones específicas para la producción de bioenergía basada en caña de azúcar para producir etanol y en palma de aceite para producir biodiesel. Este marco regulatorio está enfocado principalmente a determinar calidades, requisitos técnicos para producción y distribución, porcentajes mínimos y obligatorios de mezcla y estímulos fiscales o tributarios a los productores de etanol y biodiesel. Algunas reglamentaciones también establecen provisiones relacionadas con la calidad de los motores empleados para las mezclas de etanol y biodiesel aprobadas en cada país. Desde el punto de vista comercial el etanol y el biodiesel también han sido incluidos en las reglamentaciones nacionales que incorporan los tratados de libre comercio de algunos de los países de la región (Colombia, Argentina).

El análisis de la normativa en este sector identifica dos variantes fundamentales en términos de posibles barreras: a) relativas al cumplimiento o aplicación de la ley; y b) relativas a la expedición o adecuación de las regulaciones en sectores conexos al de la bioenergía, para lograr expresar de manera completa el potencial de los mismos.

Un ejemplo del primer caso se da en Colombia, en donde a pesar de que la ley establece plazos fijos para cumplir con volúmenes mínimos de mezcla en etanol y biodiesel, no se hace evidente que existan mecanismos legales prácticos para cumplir con esta medida. En el segundo caso pueden mencionarse dos situaciones posibles: a) la expedición de normas sobre estándares de calidad en biocombustibles que sean compatibles con motores de tecnologías modernas (aquellos que cumplen con las tecnologías EURO VI) más eficientes y menos contaminantes por sus niveles de CO (Monóxido de Carbono), NOx (Óxido de Nitrógeno) y PM (material particulado); y b) la necesidad de avanzar en la expedición y compatibilización de nuevas normas técnicas o reglamentos que rijan la calidad de las nuevas fuentes de bioenergía, tales como material lignocelulósico, dendrocombustibles, micro y macroalgas.

Respecto al uso de otras energías renovables, todos los países analizados tienen reglamentaciones de diversa índole y planes energéticos nacionales de largo plazo (e.g. Chile, Estrategia Nacional de Bioenergía 2012-2030; Perú, Política Energética Nacional 2010-2040; Uruguay, Política Energética 2005-2030) para fomentar el uso de fuentes alternas de energía. La reglamentación contiene provisiones para establecer valores meta sectoriales de incorporación de diversas fuentes (geotérmica, biomasa, eólica, solar etc.), propone estímulos tributarios o fiscales para las nuevas inversiones en energías alternativas; y establece arreglos institucionales para adecuar a las nuevas realidades energéticas a las instituciones nacionales encargadas de estos temas en cada país.

Iniciativas privadas recientes en Argentina ilustran el potencial del uso de los desechos para la generación de bioenergía: a) en la provincia de Misiones, la empresa PINDO S.A en Agosto de 2017 conectó el primer proyecto que produce energía eléctrica en el país a partir de biomasa, generando 2 MW al sistema interconectado nacional con una inversión de 100 millones de pesos argentinos y la generación de 400 empleos; y b) BIOELECTRICA, una empresa integrada por 47 productores, que obtiene energía renovable a partir de la digestión anaeróbica de silaje de maíz y desechos pecuarios., obteniendo como subproductos biofertilizantes y energía térmica¹¹.

El cuadro 5 presenta un resumen de las principales barreras regulatorias para el desarrollo de las bioenergías y energías alternativas y se proponen acciones para superarlas.

Cuadro 5
Barreras regulatorias identificadas para el desarrollo de la bioeconomía a partir de la bioenergía y energías alternativas

Área	Barreras Regulatorias	Acciones para superar la barrera
Producción basada en etanol y biodiesel	Cumplimiento de la legislación sobre "volúmenes de mezcla"	Generación de estudios que evidencien al gobierno y a la sociedad los impactos sociales, económicos y ambientales de no cumplir con lo establecido en la ley.
Nuevas fuentes de bioenergía	Compatibilidad entre normas que regulan la calidad de biocombustibles y la calidad de motores	Mesas de trabajo interinstitucionales entre gobierno, industria automotriz, productores de biocombustibles para generar normas consensuadas y útiles a todos los sectores
	Generación de nuevas reglamentaciones respecto a la calidad de los biocombustibles provenientes de nuevas fuentes (dendrocombustibles, micro y macro algas)	Mesas de trabajo multisectoriales (e.g sector académico, empresarial) para prever desde ya la expedición de normas que incorporen estos desarrollos.
Energías solar, eólica, geotérmica, térmica, hidráulica, biomasa.	Ausencia de reglamentación o falta de compatibilidad entre las normas usadas para regular fuentes convencionales de energía y fuentes renovables.	Generar proyectos piloto o demostrativos nacionales que generen información útil para ayudar a regular estas nuevas fuentes Adecuar reglamentaciones existentes para incorporar la energía renovable a la matriz energética nacional y a los sistemas interconectados nacionales

Fuente: Elaboración propia.

¹¹ www.elcronista.com/negocios/energias-renovables y www.bioelectrica.com

3. Ecointensificación en la agricultura

La ecointensificación cubre no solo productos sino también tecnologías que acompañan a dichos productos y que promueven una agricultura más eficiente, más limpia y climáticamente inteligente. Incluye a los productos denominados ecológicos u orgánicos, a los productos considerados como bioinsumos y al amplio grupo de tecnologías de agricultura de precisión (drones como representativo y demás técnicas), así como a los procesos de biorremediación ambiental.

En todos los países analizados la regulación establece parámetros tanto para los bioinsumos como para los productos denominados orgánicos o ecológicos. En el caso de bioinsumos se regula su producción, calidad, venta, distribución, importación, exportación y comercialización. Y en el caso de los denominados orgánicos, la reglamentación en general incluye uno o varios de los siguientes instrumentos para promover este tipo de agricultura: a) políticas nacionales y planes nacionales de agroecología y/o de producción orgánica, b) sistemas nacionales de producción orgánica, c) sistemas nacionales de certificación orgánica, d) registro nacional de productores orgánicos, e) registro nacional de organizaciones de certificación de producción orgánica, y f) creación de redes de agroecología, entre otros.

La agricultura de precisión, en países como Argentina o Brasil, se desarrolla junto con el uso de tecnologías de siembra directa (SD) y de OGM para aumentar la productividad y eficiencia en los cultivos. El uso de las naves no tripuladas o drones, como uno de los elementos importantes que acompaña la agricultura de precisión, solo se encuentra regulada para usos comerciales o recreativos por las entidades de la Aviación Civil, pero urge reglamentar los usos potencialidades y riesgos de la misma con fines agrícolas. Es importante enfatizar que la agricultura de precisión, además del uso de drones, involucrada otras tecnologías modernas, como tecnologías de la información y la comunicación (TICs), Big Data, Cloud Computing, entre otras, que se constituyen en una caja de herramientas para la transición inteligente hacia una agricultura basada en la informática y en las predicciones climáticas.

En el caso de la biorremediación, las legislaciones de los países analizados, en sus normatividades ambientales, agrícolas o mineras, declaran de interés el conservar y preservar los suelos destinados a cada una de estas actividades. Sin embargo, solo en las reglamentaciones de Chile, Ecuador y México se identifican medidas específicas para promover, incentivar y aplicar tecnologías de remediación ambiental para manejar ecosistemas contaminados.

La ley chilena prevé el cierre de faenas e instalaciones mineras, integrando y ejecutando medidas y acciones destinadas a mitigar los efectos que se derivan del desarrollo de esta industria extractiva para asegurar la estabilidad física y química de instalaciones y obras que quedan al finalizar la vida útil de los proyectos mineros. En Ecuador, la Ley Orgánica del Ambiente tiene provisiones especiales para la remediación de suelos. Y en México existe el Programa Nacional para la Remediación de Sitios Contaminados (PNRSC), a cargo de la Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), para guiar las acciones que el gobierno federal y los actores públicos y privados involucrados emprendan para identificar, prevenir y revertir la contaminación de los suelos y de los recursos naturales en el país (NOM-004-SEMARNAT-2002). En este ámbito la barrera principal para hacer un uso más amplio de esta tecnología es la inexistencia de reglamentaciones sectoriales que aseguren un correcto uso de la tecnología.

En cuanto al aprovechamiento de residuos agrícolas y agroindustriales, hay un desarrollo normativo desigual en los países objeto de análisis (Rodríguez et al, 2017). Un grupo de países dentro de los que se encuentran Argentina, Brasil, Costa Rica, México y Uruguay cuentan con una variedad de instrumentos para propiciar el uso y aprovechamiento sostenible de los desechos agrícolas e industriales. Dichos instrumentos toman la forma de estrategias, programas, proyectos, políticas y planes nacionales, sin convertirse aun en una norma legal de obligatorio cumplimiento. El reto en este primer grupo de países es expedir un cuerpo normativo para regular este aspecto. En los países que no cuentan ni con los planes o programas y que tampoco han desarrollado regulación específica en la materia, el reto es doble: construir las estrategias, planes y políticas y regular el tema.

El cuadro 6 resume las principales barreras regulatorias para el desarrollo de la bioeconomía a partir de la ecointensificación en la agricultura.

Cuadro 6
Barreras regulatorias identificadas para el desarrollo de la bioeconomía a partir de la ecointensificación

Área	Barreras Regulatorias	Acciones para superar la barrera
Productos ecológicos (orgánicos) y bioinsumos	Poco conocimiento de todos los requisitos regulatorios sectoriales en países de destino (exportaciones) para los productos orgánicos y los bioinsumos.	Capacitación a los exportadores de cada país sobre cumplimiento en destino de normas, calidades (límites máximos de residuos-LMRs), certificaciones ambientales o sociales. Disponer en el país de origen de información en línea y virtual acerca de todos los requisitos reglamentarios y legales para exportar estos productos.
Agricultura de precisión (drones)	El uso de los drones solo está regulado para actividades industriales y comerciales	Regular el uso de drones con fines agrícolas
Biorremediación	Existen reglamentaciones generales, pero no específicas en la materia (con excepción de Chile, Ecuador y México)	Generar reglamentaciones específicas para el uso de la biorremediación en actividades agrícolas, industriales y mineras.
Aprovechamiento de residuos agrícolas e industriales.	En un grupo de países existen planes y programas, pero no de regulación. En otros países no existen ni planes ni programas, ni reglamentaciones en la materia.	Establecimiento de regulaciones nacionales y locales para garantizar formas de aprovechamiento, tipos de residuos y esquemas de uso sostenible de los recursos. Generar políticas, planes y programas para conocer y valorizar los residuos agrícolas e industriales.

Fuente: Elaboración propia

4. Productos y procesos biotecnológicos

Esta área comprende a los alimentos funcionales, las enzimas de uso industrial, los biomateriales, las nuevas técnicas de mejoramiento y los OGM. En general, en los países objeto de análisis los alimentos funcionales son regulados por alguna normatividad legal de registro, normalmente registro sanitario o algún instrumento similar. Sin embargo, se encuentran en el medio de una polémica técnico/legal por el alcance de sus diversas definiciones y por las características que deben cumplir frente a las reglamentaciones existentes (alimento funcional, probiótico, alimento con propiedades nutricionales, suplementos alimenticios o complementos nutricionales, entre otros).

Las **enzimas industriales** en general o no tienen reglamentación nacional o son reguladas para ciertos sectores, como el alimenticio en Argentina; o en Chile como detergentes industriales enzimático. Los **biomateriales** son un caso particular en la región, pues en líneas generales se conocen técnicamente poco o no nada, y los escasos abordajes regulatorios vienen desde las normas existentes de dispositivos médicos o de insumos odontológicos. En general se necesita analizar la pertinencia o no de reglamentar el uso y comercialización de estos desarrollos.

Destacan como iniciativas regulatorias de biomateriales en la región las que pretende generar la Mesa de Biomateriales del Ministerio de Agricultura de Argentina (Programa Bioproducto Argentino, abril 2017) y las iniciativas que se promueven en Uruguay desde el año 2015, para regular los biomateriales y en particular los materiales y las tecnologías “nano” en cuanto a registro, etiquetado, composición y contenido y a la armonización de las regulaciones que se expidan con los diferentes bloques económicos Mercosur, Unión Europea y Estados Unidos (cuadro 7).

También se incluyen en esta área los productos provenientes de la ingeniería genética y de las nuevas técnicas de mejoramiento (*New Breeding Techniques* – NBTs), que abarcan un conjunto variado de técnicas como la *Zinc Finger Nuclease Technology* (ZFN 1,2,3), la Mutagénesis Oligo Nucleótido

Dirigida (ODM), el Mejoramiento Reverso, la Cisgénesis e Intragénesis, la biología sintética y una de las más actuales, la tecnología de edición de genomas CRISPR Cas 9, entre otras¹² A nivel internacional los productos provenientes de estas tecnologías están comenzando a ser regulados en la Unión Europea (Creación de un grupo de trabajo sobre NBTs en la UE, Informe del Joint Research Center 2011).

Cuadro 7
Barreras regulatorias identificadas para el sendero de productos y procesos biotecnológicos

Área	Barreras Regulatorias	Acciones para superar la barrera
Alimentos funcionales	No hay criterio uniforme frente a su clasificación. Dificultad en el cumplimiento de lo dispuesto por las normas de etiquetado nutricional. Falta de armonización regulatoria entre bloques económicos y comerciales (Mercosur, CAN, etc.)	Revisión de la normatividad existente para contar con normas prácticas y uniformes en sus criterios. Revisar y adecuar la norma para hacerla de fácil verificación y manejo. Promover la armonización regulatoria entre países y bloques económicos y comerciales.
Enzimas industriales	No existe normatividad	Construir normatividad específica por sectores alimentos, farmacéutico, cosméticos
Biomateriales	Regulados por extensión como dispositivos médicos u odontológicos	Generar regulaciones particulares para cada uso y cada tipo de biomateriales
<i>New Breeding Techniques</i> (NBT)	No existe regulación o apenas inicia su proceso de análisis.	Conocimiento de potencialidades y usos de las NBT Revisar experiencias de países líderes en regular las NBT (por ejemplo, Argentina, Chile, USA, Israel). Conformación equipos academia/ estado y sector privado para definir regulaciones.
Organismos vivos Modificados	Moratorias o restricciones legales al uso de los OGM	Educar y capacitar a gobierno, academia y la sociedad sobre riesgos y beneficios de los OGM. Realizar evaluaciones independientes y profundas de impacto económico, social y ambiental de las tecnologías. Evaluar la conveniencia o no de mantener o superar las restricciones.

Fuente: Elaboración propia

En lo relativo al uso de OGM, con excepción de Argentina y Chile (firmante, pero en espera de ratificación), todos los países objeto de este estudio han ratificado el Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología. Argentina, sin ser país parte del Protocolo, es el segundo productor mundial de OGM y Chile tiene presencia en este sector bajo la figura de “*Winter Nurseries*”, producción de material GM en etapas contra estacionales, principalmente para el hemisferio norte. Dos de los países de la región, Perú y Ecuador, tienen restricciones legales al uso de material genéticamente modificado. Perú estableció por ley una moratoria de 10 años hasta el 2021 para el ingreso de material GM con destino a la siembra. Y en el caso de Ecuador, a nivel constitucional se prohíbe introducir semillas y cultivos genéticamente; sin embargo, en junio de 2017 el pleno de la Asamblea Nacional de Ecuador aprobó una modificación que posibilita que en el país se pueda desarrollar investigación científica directa de semillas transgénicas, aunque también permite que el Ejecutivo tenga la capacidad de regular esa investigación. Al

¹² Seed Association of the Americas. SAA. 6th Seed Congress of the Americas. Promoting Seed Business in the Americas. Cartagena de Indias, Colombia, septiembre 5 al 7 de 2017.

mismo tiempo, esa reglamentación propicia que instancias como la Asamblea, convoquen a autoridades para que rindan cuentas de cómo se controla el ingreso de semillas genéticamente modificadas.

En relación lo relativo a las NBT hay muchas preguntas por responder acerca de su regulación, dentro de las que cabe destacar: a) el enfoque regulatorio de los países: si va a ser por proceso o por producto; b) si se hace necesario crear una nueva categoría de productos para incluirlos, y c) si los productos que se desarrollan serán o no considerados OGM y por ende serán regulados como tal.

Argentina fue el primer país a nivel global en tener una regulación en firme sobre el tema, la cual se basa en la evaluación caso a caso de los desarrollos obtenidos por las NBT, con el fin de determinar si el caso específico es o no u OGM; y dependiendo de lo que se determine se aplica o no la regulación vigente para uso de OGM en el país. Chile expidió en agosto de 2017 su reglamentación sobre NBT en línea con lo regulado en Argentina. Y desde mayo de 2017 en Colombia se ha comenzado a dar pasos en este sentido, a través de mesas de trabajo con las autoridades competentes, para discutir el enfoque y ruta que el país seguirá al respecto. Se debe continuar la tarea hasta lograr regulaciones claras, precisas y se puedan implementar y cumplir para este nuevo tipo de tecnologías.

5. Servicios ecosistémicos

Se incluyen varias áreas, entre las cuales se destacan el ecoturismo, la gestión y valoración del agua, los créditos de carbono y los productos forestales maderables y no maderables.

Los países analizados cuentan con regulaciones nacionales, regionales y en algunos casos locales, que establecen criterios, condiciones e incentivos para realizar las actividades de turismo sostenible, cuidado y promoción de los recursos hídricos, comercialización de bonos de carbono y planes de cuidado, preservación e incentivos para el uso sustentable de los bosques y de los recursos maderables y no maderables provenientes de él.

La reglamentación en el caso de ecoturismo es reciente y de amplio alcance. Países como Chile, Cuba y Perú tienen leyes nacionales que reglamentan el tema con énfasis en el desarrollo sostenible, propendiendo por la ejecución de un turismo que recupere y conserve el patrimonio cultural y natural, y que mejore la calidad de vida de las poblaciones locales y a la vez fortalezca el desarrollo social, económico y ambiental de los sitios donde se efectúe. La implementación de la reglamentación tiene desde normas técnicas de servicios turísticos (Argentina), estrategias nacionales de turismo (Chile 2012-2020), reglamentos de turismo en áreas nacionales protegidas (Ecuador), reglamentos para concesión privada del Ecoturismo (Perú). Un caso destacado es el Reglamento Para el Otorgamiento de Certificados de Sostenibilidad Turística (CST) de Costa Rica, que busca ser el instrumento a través del cual el país logra diferenciarse en el mundo como destino turístico sostenible.

En el tema reglamentario del recurso hídrico, la gran mayoría de los países analizados reglamentan mediante leyes su cuidado, preservación y manejo. Hay leyes nacionales de recursos hídricos (Cuba y Ecuador), Códigos de aguas (Chile), estatutos nacionales de aguas (Argentina), Política Nacional de aguas (Colombia). El elemento común que se destaca en todos estos instrumentos es la categoría de bien nacional esencial, de uso público y prioritario que le otorga el Estado al recurso. También es menester adoptar un nuevo enfoque que muestre las diferentes interrelaciones entre agua y energía, agua y alimentación, alimentación y energía, y entre agua, energía y alimentación; por ejemplo, en la generación hidroeléctrica, minería y petróleo, expansión y modernización de regadíos, sobreexplotación de acuíferos, agricultura y alimentación, servicios de agua potable y saneamiento, y biocombustibles, entre otros. Esto requerirá asumir el recurso hídrico desde la perspectiva de un enfoque NEXO con nuevos instrumentos de política pública que diversifiquen y fortalezcan los proyectos agua/energía/agricultura (Liber y Martin, 2017).

En el sendero de explotación de los recursos de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, el uso de los bonos de carbono y su reglamentación es de reciente aparición. El instrumento de bonos de los sistemas voluntario y regulado es empleado por los países como un mecanismo para contribuir al cumplimiento de las metas nacionales de reducción fijadas en los mecanismos de desarrollo limpio y en los acuerdos de cambio climático y se expresan en políticas nacionales de cambio climático o estrategias de crecimiento bajas en carbono. Éstos son negociados mediante sistemas de oferta/demanda en las bolsas

nacionales de valores (Bolsa de Comercio de Buenos Aires, Bolsa del Clima de Santiago, Bolsa Mercantil de Colombia, Bolsa Nacional de Valores en Ecuador). En algunos casos también operan mediante convenios con organismos multilaterales, como en Uruguay, donde existe un acuerdo con el Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento (BIRF) para la transacción de certificados para reducción de emisiones.

Un ejemplo destacado es el Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) del Gobierno de Costa Rica. Es un mecanismo para financiar la gestión, la preservación y el desarrollo sostenible de los recursos forestales y la biodiversidad; basado en cuatro pilares básicos: instituciones, marco legal, financiamiento y monitoreo y evaluación. Funciona como una compensación financiera proporcionada por el Estado a los propietarios de plantaciones forestales por los servicios ambientales que brindan en las áreas de: i) mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción), ii) protección del agua para uso urbano y rural, y para plantas hidroeléctricas, iii) protección de la biodiversidad para la conservación y el uso sostenible con fines científicos, para la industria farmacéutica, para la investigación y la mejora genética, así como para la protección de diversos ecosistemas y formas de vida, y iv) protección de la belleza de los paisajes naturales, en beneficio tanto de la industria turística como de los fines científicos. El Programa tiene un impacto directo en la protección y mejora del medio ambiente y para contribuir a aumentar su valor ecológico, social y económico de los recursos forestales y la biodiversidad.

Respecto a la regulación para el uso sustentable de los bosques y de los recursos maderables y no maderables, todos los países analizados tienen regulaciones nacionales (leyes y/o decretos) que los protegen y que brindan parámetros de conservación y uso sostenible. La reglamentación define zonas de protección general y especial, determina tipos de actividades a realizar en los bosques (silvicultural, silvopastoril, explotación comercial, explotación no comercial) define requisitos (permisos, concesiones, tasas) y fija incentivos monetarios y no monetarios, para el cuidado de los recursos (incentivo de conservación, incentivo de fomento forestal, certificados de fomento forestal entre otros).

En este sendero todas las actividades cuentan con reglamentaciones generales y específicas, y que como se mencionó previamente, en todos los países analizados existe un cuerpo normativo suficiente y amplio, que eleva recursos como el agua y los bosques a la categoría de bienes públicos prioritarios o de atención preferencial. Sin embargo, la principal regulatoria en todos los casos es la aplicabilidad o cumplimiento de la legislación, de manera que se asegure que las instituciones cumplan con su deber y el ciudadano de la apropiación común apropie del bien público de interés y colaboren en la preservación y uso sustentable del mismo.

Un par de casos ejemplifican esta situación claramente. Los páramos en Colombia y los bosques en Brasil. Los páramos en Colombia son los reservorios más importantes de agua para el consumo humano, llegando a representar la fuente para el 85% de agua potable del país (Herrera, 2015). La foresta en Brasil es fuente del sustento de millones de personas y uno de los contribuyentes claves para la regulación del clima y para la mitigación de los efectos del cambio climático. En ambos países todos los profusos cuerpos regulatorios no han sido totalmente efectivos para garantizar un uso racional y sostenible del recurso hídrico afectado, entre otros aspectos, por procesos de minería ilegal (Colombia), ni para detener la tala indiscriminada e ilegal de los bosques por procesos antrópicos (Brasil).

Por lo tanto, para superar la barrera pueden no se requiere expedir más normas, sino unificar las reglamentaciones existentes, pero por encima de todo, hacer cumplir lo dispuesto en la ley.

Dado que las reglamentaciones en este sendero cuentan con un componente muy fuerte de actividades e incentivos regulados por el mercado (bonos de carbono e incentivos forestales) principalmente, el análisis de las barreras comerciales al desarrollo de este sendero se efectuará en la sección IV.C).

B. Identificación y evaluación de instrumentos para el fomento del bio-emprendimiento

1. Fondos para el emprendimiento

Los fondos para financiar emprendimientos en bioeconomía en América Latina y el Caribe son de diversa naturaleza y tienen propósitos diferentes. Existen fondos públicos, mixtos, privados y globales.

- Los fondos públicos, que pueden ser de fines generales o de propósitos específicos, normalmente financian actividades de ciencia básica y aplicada y de desarrollo tecnológico e innovación, y generalmente son ejecutados por universidades, centros e institutos de investigación y algunas empresas líderes.
- Los fondos mixtos, constituidos tanto por recursos públicos como privados, apoyan las actividades de incubación y emprendimiento.
- Los fondos privados que cuentan con suficiente capital de riesgo a través de sus diferentes vehículos (fondos de capital, fondo de fondos, ángeles inversionistas, clubes de inversionistas, etc.) muestran algún grado de preferencia por colocar recursos en empresas que se encuentren en procesos de incubación y/o aceleración o starts-up constituidas. Los criterios centrales de análisis e inversión generalmente incluyen el potencial de crecimiento, el impacto económico ambiental y social de la empresa, su (s) tecnología(s) y en algunos casos la naturaleza de la tecnología(s) que se ofrece(n), por ejemplo, tecnologías nuevas, emergentes o disruptivas.
- Los denominados fondos globales son recursos auspiciados por determinados gobiernos dentro de sus programas de cooperación externa al desarrollo o por instituciones de naturaleza multilateral y que están destinados a apoyar sectores generales o particulares de la bioeconomía.

2. Fondos públicos de fines generales

Los **fondos públicos de fines generales** pueden clasificarse en dos categorías, a saber: a) Fondos para la ciencia, la tecnología y la innovación; y b) Fondos para la innovación, el emprendimiento, la competitividad y la incubación de empresas.

Los fondos para la ciencia, la tecnología y la innovación por regla general están adscritos y son operados por los órganos nacionales de ciencia y tecnología. Algunos ejemplos son: **Argentina**, fondos del Mincyt; **Brasil**, Fondo para la Investigación Científica -FINEP; **Chile**, CONYCIT, con sus fondos FONDEF, FONDECYT y FONDAP; **Colombia**, COLCIENCIAS, con el Fondo para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas; **Costa Rica**, MICITT, Fondo de Incentivos; **Cuba**, Fondo financiero para la ciencia y la innovación; **Ecuador**, CONYCIT, con su fondo Prometeo; **Perú**, Concytec, con sus fondos Fondecyt, Fomitec y FINCyT I y II; **México**, Conacyt, con sus fondos sectoriales, mixtos e institucionales Foins, Fonciycyt, Fordecyt; y **Uruguay**, Agencia Nacional de Innovación (ANI), con sus fondos sectoriales de energía y el Fondo de cooperación para la ciencia, la tecnología y la innovación Uruguay/Embajada Británica.

Los fondos públicos para la innovación, el emprendimiento, la competitividad y la incubación de empresas son también de naturaleza variada y se encuentran localizados tanto en los órganos nacionales de ciencia y tecnología, como en las instituciones del orden nacional o regional que promueven la innovación, el emprendimiento y la competitividad, bien sean Ministerios, Secretarías de industria, agroindustria, comercio, etc. Dentro de los fondos públicos de innovación cabe destacar los siguientes: **Argentina**, Fondo de Innovación Tecnológica Regional, Fondo de Innovación Tecnológica Sectorial FTS, Fondo Sectorial FES; **Brasil**, Fondo BNDS Criatec I, II y III (con destino específico para Amazonia y clima, Fondo FINEP (Innova Brasil, Tecnova, Pais, Innovacred, Innova Petro y Venture capital); **Chile**, Fondos de innovación individual CORFO, Fondo de fomento a la gestión de la innovación y la tecnología INNOVA BIO BIO, fondo de innovación para la competitividad FIC, fondo de innovación y competitividad FIC-R (regional); **Colombia**, Innpulsa, Ministerio de Industria Red Innova y Technova;

Costa Rica, Fondo de Innovación Propyme y el Programa de Innovación y Capital Humano para la Competitividad; **Ecuador**, Fondo para la Innovación Productiva, Innova Ecuador, Fondo de Capital de Riesgo para el Impulso al Emprendimiento y la Innovación Productiva); **Perú**, Innovate Perú y Produce Perú; **México**, Fondo de Innovación Tecnológica y Programa de Estímulos a la Innovación Empresarial) y **Uruguay**, Fondo Orestes Fiandra para la expansión de la Innovación.

En los fondos públicos para actividades de emprendimiento cabe destacar los de **Colombia** (Innpulsa); **Costa Rica** (Agencia universitaria para la Gestión del Emprendimiento de la Universidad de Costa Rica); **Chile** (Fondos SERCOTEC); **Ecuador** (Fondos de capital de riesgo para el impulso al emprendimiento y su programa Emprende Ecuador); **Perú** (Start up Perú) y **Uruguay** (red de apoyo a futuros empresarios). Fondos públicos para incubación de empresas se encuentran en **México** (CIEBT), **Colombia** (INNCUBA) y **Brasil** (FINEP).

Los **fondos públicos con destino específico** para actividades de bioeconomía y sus diversos senderos o actividades son de reciente aparición y aún escasos. Destacan los casos de Argentina, Colombia, México y Perú:

- En **Argentina**, el Ministerio de Agroindustria se apalanca en la Unidad para el Cambio Rural (UCAR) que administra varios programas de apoyo y de financiación externa para poner énfasis en proyectos relacionados con bioeconomía; en la banca nacional y provincial para incluir bonificaciones a las tasas de interés que reduzcan el costo financiero de las inversiones en bioeconomía y en la Agencia Argentina de Inversiones y Comercio Internacional para promover el establecimiento de inversiones productivas en bioeconomía en el país. Bajo este modelo se creó en el año 2017 el Programa de Bio-productos argentinos (productos de base biológica, producidos a partir de recursos agrícolas renovables, incluyendo los subproductos y residuos industriales).
- En **Colombia**, el órgano administrador de Ciencia y Tecnología, Colciencias, en 2017, dentro de la Convocatoria 778/17, estableció el Programa de Colombia Científica, como la bioeconomía como uno de sus focos estratégicos. Así, con el propósito de aprovechar sosteniblemente el potencial de la biodiversidad, según lo establecido en la estrategia nacional de crecimiento verde, la convocatoria busca financiar proyectos dentro de cuatro retos específicos: a) gestión integral de la biodiversidad y servicios ecosistémicos para la toma de decisiones; b) instrumentos económicos de valoración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos; c) potencial económico sostenible de la biodiversidad; y d) bio-productos.
- En **México** el fondo CIBIOGEM desde el año 2011 a la fecha ha apalancado en la modalidad de fideicomiso recursos para 22 proyectos de investigación científica y tecnológica en biotecnología y bioseguridad de los cuales por lo menos la mitad se encuentran a la fecha vigentes (CONACYT, 2017). El monto de financiación global de este fondo se acerca a los \$ 74,698.313 millones de pesos mexicanos.
- En **Perú** el Ministerio de la Producción PRODUCE en alianza con el proyecto INNOVATE Perú cuenta con un fondo de cofinanciamiento para promover el desarrollo de proyectos y negocios innovadores que añadan valor a los recursos naturales y a su uso sostenible mediante el desarrollo tecnológico y comercial, el reto se denomina RETO Bio y tiene tres líneas de acción en Biotech, Agritech y FoodTech.

3. Fondos mixtos y privados

Los **fondos mixtos**, que operan conjuntamente recursos públicos y privados, funcionan en diferentes países de la región bajo las figuras de fondos o encargos fiduciarios, financiado fundamentalmente actividades de innovación y emprendimiento. Entre ellos destacan los siguientes: **Argentina**, Fondo Fiduciario para el Desarrollo de Capital Emprendedor); **Colombia**, Fondos Bancoldex y RUTA N; **Ecuador**, Fideicomiso Alianza para el Emprendimiento y la Innovación); **Costa Rica**, Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible); y **Uruguay** (Fondo de Innovación Zona América de la Universidad ORT y Zona América).

Los fondos **privados** tienen varias características importantes que mencionar relacionadas con el origen de sus recursos, el tipo de actividades que financian, las modalidades de apoyo empleadas y la cobertura geográfica de las mismas. Respecto del origen de los fondos de capital, en casi todos los países analizados hay fondos privados financiados por inversionistas o asociaciones de inversionistas nacionales e internacionales; la casi totalidad de los fondos privados financian actividades de emprendimiento; y en los países analizados, solo en algunos casos también actividades de incubación (por ejemplo, LP HUB en Argentina; Venture Institute en MEXICO; Bioincuba en Perú e Ingenio en Uruguay). Las modalidades de apoyo son variadas, desde centros de emprendimiento, ángeles inversionistas, redes de ángeles inversionistas, clubes de ángeles inversionistas, fondo de emprendedores para emprendedores, aceleradoras de negocios, hasta capital inversionista directo. Y en cuanto a la cobertura geográfica, el alcance de las actividades generalmente es nacional.

Un elemento destacado en la mayoría de países en análisis es el rápido desarrollo de fondos privados de emprendimiento que cubren varios países simultáneamente. Por ejemplo, NAZCA Ventures opera en Argentina, Chile, Colombia y México; y ENDEAVOR lo hace en Colombia, México Perú y Uruguay. También es notable el caso de INDIE BIO, una de las más grandes aceleradoras de negocios biotecnológicos mundial, valorada en más de US\$ 500 millones de dólares y con un portafolio global de 68 *startups* apoya varias compañías en la región, entre las que destacan GEA Enzymes y The NOT Company en Chile, y cuenta con equipos de fundadores en Brasil, Colombia, Costa Rica y Perú.

Los inversionistas privados trabajan coordinadamente con fondos de inversión de diferentes países; por ejemplo, NAZCA Venture tiene fondos con CORFO (Chile), InnPulsa (Colombia) y con Inaden (México). En algunos casos también se unen con incubadoras de negocios en esquemas de co-inversión para financiar *startups*, como es el caso de la unión en el año 2015 entre Nazca Ventures Chile y la incubadora de negocios de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Chrysalis), para financiar *startups* hasta por un valor de 400.000 USD, lo que puede considerarse como una de las ofertas más importantes de coinversión en América Latina. En ese esquema Chrysalis aporta aceleración e inversión a través de su fondo SSAF-i y hasta 100.000 USD para las dos primeras rondas y NAZCA Venture hasta USD 300.000 en la tercera ronda de financiamiento (Ventura México, 2017).

En otros casos, como el de la aceleradora Indie BIO, el mecanismo es la compra, por un monto cercano a los USD250.000, del 15 % de una compañía y se brinda de manera paralela un proceso de aceleración de cuatro meses, que incluye acceso a un *Biotec Lab* y a espacios de *co working* y mentorías, para apalancar los proyectos.

Estos fondos privados muestran resultados de éxito en temas de innovación directamente relacionados con bioeconomía; por ejemplo: a) ENDEAVOR Colombia apoyó a la empresa Ecoflora Agro, una de las más importantes actualmente en el mercado colombiano de bioinsumos de uso agrícola, y a la Empresa Agrícola la Grama en Perú, que pasó de exportar a Estados Unidos 3 ton de jengibre en 2006 a 3500 ton en la actualidad y que espera facturar ingresos por 38 millones de dólares al 2021; y b) Nazca Venture Colombia delineó en el año 2014 sus áreas de interés definiéndolas en biotecnología, *Clean Tech* y tecnologías limpias, entre otras, realizando su primer cierre con 5 millones de dólares apalancado con fondos nacionales de INNPULSA Bancoldex, por valor de USD 700.000 (Corcho, 2014).

También existen fondos privados que apoyan proyectos en áreas específicas relacionadas con la bioeconomía. Tal es el caso de WAYRA, asociada a la Fundación TELEFONICA, aceleradora de *startups* digitales, que puede apoyar proyectos en nuevas tecnologías de Internet, aplicaciones web o móviles, *softwares* como servicio (SaaS) y dispositivos tecnológicos, en especial aquellos que aplican Internet de las Cosas (IoT) y *Big Data* innovadoras directamente relacionadas con agricultura de precisión. En esta aceleradora los fondos semilla son de US\$ 50,000 y existe un acompañamiento de un año.

4. Fondos regionales y globales

Entre los **fondos regionales y globales** pertinentes al desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe destacan el Fondo Fontagro, el Fondo Newton y los recursos de la Banca Multilateral.

El fondo **Fontagro** fue creado en 1998, con el objetivo de contribuir al manejo sostenible de los recursos naturales, la mejora de la competitividad y la reducción de la pobreza mediante el desarrollo de tecnologías e innovaciones de relevancia para la sociedad de sus países miembros. Inició con donaciones especiales del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) del Canadá y el BID, que permitieron su constitución y la ejecución de sus primeros proyectos, y las contribuciones al capital de los países miembros. A lo largo de su historia ha tenido un rol más preponderante como mecanismo de cooperación entre países, más que como un financiador tradicional de investigación para el desarrollo. Fontagro opera mediante convocatorias, que son mecanismos abiertos, competitivos y sistemáticos que se lanzan anualmente para apoyar los temas estratégicos definidos en su Plan de Mediano Plazo. Dos convocatorias recientes han estado estrechamente relacionadas con ámbitos de la bioeconomía: a) 2015, “Innovaciones para el manejo sostenible de recursos naturales en la agricultura familiar en América Latina y el Caribe”; y sobre todo 2017, “Innovaciones para la intensificación sostenible de la agricultura familiar ante el cambio climático”.

El **Fondo Newton** fue lanzado en 2014 con recursos del gobierno del Reino Unido por un monto de 75 millones de libras esterlinas cada año, por un periodo inicial de 5 años. En 2015 la inversión del fondo se extendió para el periodo comprendido entre el 2019 y el 2021 doblando el monto original, para alcanzar 150 millones de libras esterlinas en 2021, lo que implicaría una inversión global del Reino Unido de 735 millones de libras a 2021. Este fondo tiene tres categorías de recursos a) recursos humanos para ciencia e innovación, b) recursos para investigación colaborativa, y c) recursos para el apoyo a la transferencia, que permiten crear soluciones colaborativas para superar los retos al desarrollo y fortalecer los sistemas de innovación. Los fondos están disponibles para Colombia, Chile, Brasil, México y Perú en América Latina y en cada uno de los países hay áreas particulares de apoyo (por ejemplo, en Colombia los fondos aplican para desarrollo urbano y rural, competitividad agrícola, estimulación al emprendimiento, mitigación del cambio climático y salud, entre otros).

En cuanto a la banca multilateral, el **Banco Mundial** y bajo la convocatoria #1240667 (2017) entregará recursos a Colombia por un monto cercano a los USD 110.000 para financiar un estudio de dos meses en bioeconomía, como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia.

En resumen, a) el proceso de emprendimiento en bioeconomía en los países en estudio cuenta con fondos de naturaleza variada (públicos, mixtos, privados y globales); b) en casi todos los países existen recursos para apalancar desde la incubación de la empresa hasta la formalización del emprendimiento; c) los fondos privados muy recientemente se han comenzado a constituir en un vehículo fundamental para llevar a feliz término el proceso, desde la concepción de la idea a la formalización y expansión de los negocios, en algunos casos internacional; y d) se cuenta ya con los primeros casos regionales exitosos de emprendimientos en bioeconomía. Así, la barrera de no contar con recursos para emprender en bioeconomía comienza a ver la luz al final de túnel.

El diagrama 11, presenta de manera esquemática algunas de las fuentes de financiamiento de carácter público, privado y mixto, disponibles en los 10 países objeto del presente estudio.

Diagrama 11
Fuentes de financiamiento para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina



C. Identificación de barreras que limitan el acceso al mercado de nuevos productos de la bioeconomía

Antes de identificar cuáles serían las barreras actuales y potenciales que limitan el acceso al mercado de los productos de la bioeconomía en los países de América Latina, es importante tener claridad en torno a tres aspectos: a) ¿cuál es la tipología geográfica de los mercados de la bioeconomía? b) ¿cómo se pueden categorizar y cuantificar los mercados de la bioeconomía en los países de la región? Y c) ¿cuál es el origen y qué tipos de barreras o restricciones pueden enfrentar estos productos?

Los mercados de la bioeconomía pueden ser locales, nacionales, regionales o globales. Un ejemplo típico de los mercados locales y nacionales en el intercambio de productos frescos o procesados, generalmente con bajo valor agregado (alimentos, frutas frescas, hierbas, pescados, ornamentales, provenientes de sectores como la agricultura, o la floricultura, entre muchos otros) que se realiza al interior de las diferentes localidades y territorios de un país, en una dinámica que involucra a agricultores, intermediarios, clientes y consumidores. La agregación de más valor a este tipo de productos, por medio del conocimiento y la innovación, permite que puedan expandirse insertarse en los flujos de comercio intra-regionales y en el comercio internacional global.

El ingreso a los circuitos de comercio internacional, a la vez que amplía el rango de las oportunidades de mercado, implica también que su transacción puede estar sujeta a normas y limitaciones. En el ámbito nacional las principales restricciones generalmente son de orden sanitario y no se analizan en el documento. El análisis se restringe al comercio internacional.

Al igual que cualquier otro bien o servicio que participe del comercio internacional, los productos de la bioeconomía están sujetos a medidas políticas y comerciales emitidas por los gobiernos nacionales y los organismos internacionales de comercio. En el plano internacional, las negociaciones comerciales multilaterales han reducido los aranceles; sin embargo, las medidas no arancelarias (MNA) han venido creciendo en importancia y aplicación. Estas medidas, además de que pueden tener efectos de distorsión o discriminación en el comercio internacional, son muy importantes para los países en desarrollo, porque pueden minar sus ventajas comparativas y limitar el desarrollo de ventajas competitivas.

De acuerdo con la UNCTAD (2016), una medida no arancelaria (MNA) se define como una medida adoptada por un gobierno, a excepción de los aranceles, que puede tener efecto sobre el comercio internacional de los bienes al afectar las cantidades transadas, los precios o ambos.

La definición demanda algunas precisiones: a) una MNA no necesariamente es una Barrera No Arancelaria (BNA); b) las MNA pueden tener intenciones discriminatorias o proteccionistas, caso último en el cual son legales; c) Las MNA tienen un principio de legalidad establecido en los acuerdos multilaterales de comercio de la OMC; d) las MNA no son obstáculos de procedimiento, entendidos éstos como procesos burocráticos, injustos y discriminatorios que pueden ser adoptados por los gobiernos; y e) las MNA pueden aplicarse en diferentes etapas de los procesos productivos (por ejemplo, en la etapa de producción, en el producto mismo, en la etapa de post producción o en la etapa de comercialización).

La MNA se puede convertir en una BNA si no se dispone de instrumentos técnicos, financieros, legales o procedimentales para poder controvertir la medida. Por ejemplo, a) no se tiene la capacidad técnica ni la infraestructura para realizar un análisis de laboratorio o de campo bajo los estándares que solicita el país de destino de una exportación; b) el laboratorio del país de origen no está certificado bajo los estándares de buenas prácticas de manufactura (BPM) que requiere el país al cual va la exportación; c) no existe homologación entre protocolos de requisitos sanitarios y fitosanitarios entre país de origen y de destino.

A efectos de este análisis asumiremos que, para ciertos sectores seleccionados, en los países de América Latina algunas de las MNA pueden convertirse en BNA. Algunos sectores modelo a analizar son cosméticos, fito-medicamentos y alimentos, teniendo también presente que las barreras dependen de los acuerdos comerciales particulares entre países y bloques económicos y que varían con el tiempo.

La clasificación de las MNA se muestra en el cuadro 8. Ellas están organizadas en 16 capítulos, de la A a la P. Con el fin de analizar las barreras comerciales se tendrán en cuenta únicamente los siguientes 5 capítulos: a) Capítulo A-de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MFS); b) Capítulo B-de Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC); c) Capítulo C-de Inspecciones Pre-embarque; d) Capítulo N- de Propiedad Intelectual; y e) Capítulo O- de Reglas de Origen (El Anexo 1 entrega la definición de cada medida).

Cuadro 8
Clasificación de las Medidas No Arancelarias (MNA) según la UNCTAD

Aplicación	Tipo de medida	Descripción de la medida
	Medidas técnicas	A – MF, Medidas Sanitarias y Fitosanitaria B – OTC, Obstáculos Técnicos al Comercio C – Inspecciones Pre-embarque y otras formalidades
Medidas de importación	Medidas no técnicas	D – Medidas de defensa / protección comercial E – Licencias, cuotas, prohibiciones y otras de cantidad G – Financieras H – Anticompetitivas I – Medidas de inversión relacionadas con el comercio J – Restricciones de distribución K – Servicios de post-venta L – Subsidios M – Compras de gobierno N – Propiedad intelectual O – Reglas de origen
Medidas de exportación		P – Medidas de exportación

Fuente:: http://unctad.org/meetings/en/SesionalDocuments/ditctab20122_es.pdf

1. Valoración de la biodiversidad

Este sendero, que cubre a los productos provenientes de la biodiversidad, los alimentos y a los productos farmacéuticos y cosméticos provenientes de la diversidad nativa puede agrupar sus barreras comerciales en tres categorías:

- i) Barreras de percepción;
- ii) Barreras logísticas para el ingreso al comercio relacionadas con la obtención procesos de homologación, estándares, certificaciones, etiquetas y tramites de autorización;
- iii) Barreras económicas relacionadas con el costo para el productor (costo de certificaciones, sellos, homologaciones, etc.) vs. el precio *premium* que podrá cobrar por su bien o servicio.

Desde el punto de vista de percepción es muy importante resaltar que en estos mercados la percepción del consumidor juega un papel muy importante, confluyen acá conceptos desde perspectivas tan variadas como comercio justo, biocomercio, derechos de las comunidades, propiedad intelectual, conocimientos ancestrales, comunicación al consumidor, entre otros, que deben necesariamente ser abordados, identificados y clasificados adecuadamente para poder superarlos.

En este sendero un tema de particular importancia es el uso de instrumentos de propiedad intelectual, pues tiene fuertes implicaciones para el desarrollo y la diferenciación de los productos provenientes del biocomercio. Por ejemplo, las indicaciones geográficas (IGs), que reconocen las particularidades de un lugar determinado y dentro de ellas las denominaciones de origen (DDO) para los productos y las marcas colectivas o propias (MCP), son todas herramientas que permiten facilitar la diferenciación de los productos, ganar reconocimiento entre los consumidores y generar un incentivo por una labor económica o ambiental hecha por una comunidad o un grupo en particular. Hay ejemplos puntuales que muestran como el uso de estas herramientas de propiedad intelectual bien empleadas diferencian y mejoran el acceso a los mercados nacionales e internacionales. Las IGs de Café de Colombia, y las DDO para la Quinoa de Bolivia, el maíz gigante de Cuzco en Perú o el Cacao Arriba de Ecuador son

casos ilustrativos (UNCTAD 2012, Trade and Biodiversity: the biotrade experiences in Latin America. United Nations. Switzerland. UNCTAD/DITC/TED/2010/3.

Se debe trabajar no solo en cambiar la connotación o percepción relacionada con los instrumentos de propiedad intelectual, sino en mostrar las bondades y beneficios de implementar dichas medidas como un elemento para mejorar el acceso a los mercados.

Cuadro 9
Barreras comerciales identificadas para el Sendero de Valoración de la Biodiversidad

Área	Barreras comerciales	Acciones para superar la barrera
Acceso a recursos genéticos y participación justa y equitativa de los beneficios derivados de la biodiversidad	<p>El empleo de múltiples conceptos genera falta de claridad y confusión en el mercado (Fair Trade, Biotrade, Access of Benefit Share ABS, Think Knowledge TK. Relación entre <u>Propiedad Intelectual</u> IPRs y TK.</p> <p>Capacidad para desarrollar sistemas de control interno que garanticen seguridad e inocuidad de producto y cumplimiento de protocolos y estándares éticos y de sostenibilidad para así diferenciar el producto y motivar la compra.</p> <p>Obtención de certificaciones para garantizar sostenibilidad y ser identificado por los consumidores como “verde”</p> <p>Relación entre el costo de la certificación y el precio <i>premium</i> obtenido por la misma.</p> <p>Desarrollo de esquemas de trazabilidad de productos</p> <p>Aceptación de los consumidores; desconocimiento de los instrumentos de propiedad intelectual que potencian el acceso a los mercados.</p>	<p>Desarrollo de guías y protocolos que aclaren permitan y faciliten el cumplimiento de requisitos técnicos y legales para productos provenientes de la biodiversidad.</p> <p>Participación de los productores en eventos y ferias internacionales para ubicar clientes, compradores y conocer las tendencias del mercado (Perú Natura, Bio Expo Colombia, Bolivian Bioexpo 08, Beyond Beauty, Expo Foods, etc.).</p> <p>Conocer los requerimientos de los consumidores (Base de datos UEBT)</p> <p>Educación y capacitación de las herramientas de propiedad intelectual que pueden servir para apalancar la diferenciación y el reconocimiento de los productos basados en la biodiversidad (indicaciones geográficas, marcas y denominaciones de origen).</p>
Productos alimenticios	<p>Medida MSF (cumplimiento de límites máximos de residuos, LRM)</p>	<p>Poseer en los países laboratorios certificados internacionalmente con capacidad de realizar LMR</p> <p>Armonización con base en <i>Codex alimentarius</i> y FAO</p>
Productos farmacéuticos y cosméticos obtenidos de plantas nativas	<p>En Comunidad Andina de Naciones se encuentran dificultades para la homologación de la clasificación de los productos provenientes de país importadores hacia el país exportador. (i.e. clasificación de Fitoterapéuticos como Suplementos o viceversa).</p> <p>Aceptación de ingredientes naturales en los listados cosméticos Cousing (UE) y PCPC (Personal Care Product Council-USA)</p> <p>Obtención de certificación Certified Natural Cosmetic BDIH</p> <p>Exigencia en la UE de contar con laboratorios acreditados en BPM.</p>	<p>La autoridad nacional de medicamentos y cosméticos de cada país o región objetivo debe realizar un trabajo de homologación y validación de categorías y listados en los sectores farmacéutico y cosméticos.</p> <p>Actualización de los listados de plantas nativas y silvestres permitidas para su uso en la obtención y registros de bio-cosméticos, fitomedicamentos.</p> <p>Hacer obligatoria a nivel nacional la norma de BPM)</p>

Fuente: Elaboración propia.

2. Bioenergía (y energías renovables alternativas)

Las barreras comerciales en este sendero pueden agruparse en dos categorías:

- i) Barreras relacionadas con el funcionamiento de los mecanismos de regulación oferta/demanda/precio.

- ii) Barrera relacionada con la presencia o no de estímulos para que los nuevos actores participen en el mercado.

Las regulaciones nacionales que se establezcan deben brindar mecanismos claros y transparentes para que las nuevas energías puedan competir con los combustibles fósiles.

Cuadro 10

Barreras comerciales identificadas para el sendero de bioenergía y energías alternativas

Área	Barreras Comerciales	Acciones para superar la barrera
Producción basada en etanol y biodiesel	Existencia de Cuotas, licencias, contingentes. Presencia o ausencias de estímulos fiscales para ingreso al mercado. Categorías especiales para la bioenergía (Tipo etanol social en Brasil)	Desarrollar mecanismos compensatorios que permitan igualdad de condiciones para productores nacionales e importadores; Diversificar para agregar valor (biorrefinerías, para pasar a la bioeconomía de manera más integral).
Nuevas fuentes de Bioenergía	Establecimiento de mecanismos para regularizar la sobre oferta de energía. Guerra de precios entre los diferentes generadores de energía. Posibilidad que las nuevas fuentes de energía pueden usar mecanismos de MDL para producir energía.	Los Gobiernos deben establecer mecanismos de regulación oferta-demanda (mercados regulados, mercados voluntarios) transparentes y claros.
Energías solar, eólica, geotérmica, térmica, hidráulica, biomasa.	Los subsidios a los combustibles fósiles distorsionan los costos reales de la energía y fomentan su mal uso no permitiendo una sana competencia con fuentes alternas de energía. Realizar o redefinir los estudios de costos de las fuentes alternas de energía. Poco conocimiento, renuencia al cambio y falta de confianza del consumidor	Revisión o eliminación de los subsidios a los combustibles fósiles. Campañas de concientización pública que mejoren el conocimiento y la percepción de los costos y posibilidades de las energías alternativas

Fuente: Elaboración propia.

3. Ecointensificación en la agricultura

En el sendero de ecointensificación en la agricultura las barreras comerciales se pueden agrupar en tres categorías:

- i) Barreras logísticas relacionadas con el cumplimiento de múltiples estándares, sellos, etiquetas y certificaciones que, si bien pueden apoyar el ingreso al mercado a nichos específicos y a consumidores con poder adquisitivo diferencial, suponen una barrera para el productor por su costo y porque disminuyen la velocidad de ingreso al mercado.
- ii) Barreras de percepción. A diferencia de las barreras de los senderos de biodiversidad y productos y procesos biotecnológicos, que tienen múltiples facetas legales y políticas, en este caso la barrera se caracteriza porque el consumidor no conoce las ventajas y beneficios de los productos. Un ejemplo palpable es la adopción de las tecnologías de biorremediación y de agricultura de precisión que, a pesar de tener un amplísimo potencial para revolucionar los temas agrícolas y ambientales, no son ampliamente demandadas.
- iii) Barrera analítica. La barrera se da porque no existen estudios y análisis en profundidad que permitan comparar desde el punto de vista técnico y económico cómo se comportan las nuevas tecnologías frente a las tecnologías existentes y disponibles. Si estos estudios no se realizan y no se comunican las bondades de las tecnologías, éstas se ven limitadas para llegar al mercado.

Cuadro 11
Barreras comerciales identificadas para el sendero de ecointensificación en la agricultura

Área	Barreras Comerciales	Acciones para superar la barrera
Productos orgánicos y bioinsumos	<p>Dificultades para el cumplimiento de los estándares de inocuidad para el consumo humano de los productos orgánicos.</p> <p>Dificultades en el cumplimiento de los límites permitidos de contaminación microbiológica.</p> <p>Diversidad de estándares de Certificación orgánica (ECOCERT/Soil, Asociation Organic Standard/USDA Organic) y desconocimiento de los mismos.</p> <p>El cumplimiento de las exigencias de etiquetado y de sellos de orgánicos son costosas y de difícil cumplimiento.</p>	<p>Mejorar la Inspección para evitar contaminación microbiana.</p> <p>Educación, capacitación y formación de los productores de orgánicos para darles a conocer los requisitos y exigencias del mercado global.</p> <p>Formación, implementación y exigencia de cumplimiento de las BPA en la producción orgánica.</p> <p>Unificar, revisar y homologar con los países de los principales mercados, los criterios de etiquetado de los alimentos obtenidos de cultivos orgánicos.</p>
Biorremediación	<p>Poca aceptación de la Sociedad acerca de la seguridad de las tecnologías genera baja demanda.</p>	<p>Generar y comunicar a la sociedad a gobiernos y reguladores estudios completos sobre la seguridad e inocuidad de las nuevas tecnologías de biorremediación.</p>
Agricultura de Precisión	<p>Inversión inicial alta o considerable.</p> <p>Bajo conocimiento del potencial económico de las herramientas de la agricultura de precisión.</p> <p>Pocos estudios comparativos entre las tecnologías de agricultura convencional y la de precisión.</p>	<p>Educar en el uso de las tecnologías.</p> <p>Crear incentivos para el uso de agricultura de precisión (e.g. como el establecimiento de líneas de crédito de bajo interés para aquellos agricultores que realicen el cambio tecnológico).</p> <p>Realizar estudios de vocación de territorio frente al uso de los avances tecnológicos para la solución de problemas y crecimiento productivo</p>
Aprovechamiento de residuos agrícolas e industriales	<p>Los potenciales inversionistas no cuentan aún con estudios completos de inventarios de biomasa residual, estándares, indicadores que los alienten a desarrollar proyectos.</p>	<p>Gobierno, gremios y sector privado deben desarrollar de manera conjunta estudios de potenciales económicos que permitan atraer inversiones sostenibles en la materia.</p>

Fuente: Elaboración propia.

4. Productos y procesos biotecnológicos

Las barreras comerciales pueden clasificarse en cuatro categorías:

- i) Barreras de percepción: Los nuevos materiales deben demostrar ante consumidores y sociedad que son al menos iguales o mejores que los materiales convencionales respecto a su inocuidad, seguridad y cuidado del medio ambiente. Esta barrera es especialmente crítica para nuevos materiales empleados en la industria médica, farmacéutica y alimenticia. Se debe estar en capacidad de comunicar efectivamente las bondades y beneficios de los nuevos materiales.
- ii) Barrera analítica: Si los nuevos materiales no demuestran con estudios científicos y ecológicos su seguridad y sus bondades, no podrán ingresar a los mercados.
- iii) Barrera logística: Desde el punto de vista logístico, este sendero es profuso en exigencias relacionadas con la obtención de certificaciones y etiquetas, que a la vez que pueden brindar productos más inocuos y de mejor calidad para el consumidor, disminuyen dramáticamente la velocidad de llegada al mercado de las innovaciones (el ejemplo típico de este caso es el ingreso de los productos genéticamente modificados a la Unión Europea). El mercado necesita contar con instrumentos que permitan homologar y certificar los nuevos materiales.

- iv) Barrera económica. Se relaciona con el costo que significa para el productor cumplir no solo con las exigencias regulatorias, sino superar los temas de percepción y logística que le permitan llegar al mercado a precios competitivos.

Cuadro 12
Barreras comerciales identificadas para el Sendero de Productos y Procesos biotecnológicos

Área	Barreras Comerciales	Acciones para superar la barrera
Alimentos funcionales	<p>Falta una interacción entre los gobiernos, los productores de alimentos y los sectores del conocimiento para enfrentar el creciente mercado de alimentos funcionales y poder entrar a competir en el mercado internacional.</p> <p>Dificultad en el cumplimiento de las certificaciones internacionales o permisos (FDA) por la alta complejidad de los análisis que puedan demostrar la acción medicinal.</p> <p>Fuerte competencia con empresas farmacéuticas grandes.</p>	<p>Desarrollar esquemas de innovación abierta al mundo y de co-elaboración científico - tecnológica.</p> <p>Establecer alianzas con empresas o centros de investigación que ya han sido certificados para emitir certificados nutricionales o adelantar los estudios requeridos por las autoridades europeas, asiáticas o americanas, en donde está el mayor mercado de alimentos funcionales.</p>
Enzimas industriales	<p>Los usuarios y consumidores necesitan entender los resultados de los estudios de seguridad, inocuidad y calidad de las nuevas enzimas para generar demanda</p>	<p>Los fabricantes deben desarrollar y comunicar a la sociedad los resultados de los estudios de calidad, inocuidad y seguridad (énfasis en industrias alimentos, médica y farma).</p>
Biomateriales	<p>Poco conocimiento de consumidores sobre características, ventajas potencialidades del uso seguro de los nuevos materiales.</p> <p>Temor al uso, especialmente en sectores alimenticio y médico, lo que genera baja demanda inicial.</p> <p>No se cuenta aún con análisis económicos comparativos de los materiales convencionales frente a los nuevos materiales.</p> <p>No existe aún criterios de homologación para comercialización entre los diferentes proveedores de nuevos bio materiales</p>	<p>Educación, capacitación y difusión sobre usos, beneficios y potencialidades de los nuevos materiales.</p> <p>Evaluaciones y pruebas piloto en campo con usuarios de los nuevos materiales.</p> <p>Los fabricantes deben demostrar con análisis científicos y técnicos que los nuevos bio materiales son iguales o mejores que los materiales convencionales</p> <p>Se necesita generar guías y procedimientos de homologación por sectores específicos (industriales, médicos, alimentario).</p>
Organismos genéticamente modificados	<p>Las regulaciones de etiquetado de los alimentos derivados de OGM, en el ámbito de la OMC, han sido notificadas como un OTC por algunos países miembro; también es considerada una BNA para las importaciones desde países que cuentan con un uso extendido de OGM.</p> <p>En el caso de México, la Ley de bioseguridad establece que los OGM o productos que contengan organismos genéticamente modificados, autorizados por la Secretaría de Salud por su inocuidad en los términos de esta Ley y que sean para consumo humano directo, deben garantizar la referencia explícita de organismos genéticamente modificados.</p> <p>Falta de claridad para la industria de alimentos en los criterios para la aplicación y diversidad de normas de etiquetado de los alimentos derivados de OGM.</p> <p>Elevada inversión en investigación, alto costo de producción.</p> <p>Dispendiosos trámites de aprobación de uso de OGM para siembra, consumo humano y consumo animal.</p>	<p>Implementar la estrategia de centros de referencia en Bioseguridad y OGM para la región, siguiendo a la CONABIA como referente global de la FAO para el tema.</p> <p>Unificar y revisar los criterios de etiquetado de los alimentos derivados de OGM para la ALC</p>

Fuente: Elaboración propia.

5. Servicios ecosistémicos

Para este sendero se efectúa un análisis de las barreras comerciales partiendo del caso de los bonos de carbono y los incentivos forestales. El mercado de los bonos de carbono tiene dos modalidades, el mercado regulado y el mercado voluntario no regulado. Cada país escoge que institucionalidad y qué características tiene su mercado regulado de acuerdo con sus compromisos internacionales, mientras que el mercado voluntario trabaja con base en agencias certificadoras que aprueban la emisión de los bonos para que luego estos puedan comercializarse en el mercado. Los incentivos forestales por su parte pretenden garantizar la conservación y el uso sostenible mediante instrumentos como los incentivos de conservación, los incentivos de fomento y el pago por servicios ambientales, entre otros.

Para los bonos de carbono existen tres elementos que pueden convertirse en barreras para una mayor diseminación comercial del instrumento: a) Mecanismos de fijación de precio de los bonos; b) la posibilidad de contar con mercados secundarios; y c) la posibilidad de que el estado otorgue incentivos para que más actores puedan entrar al sistema en condiciones favorables. En el caso del precio del bono es necesario recalcar que el mismo se debe fijar por un mecanismo que refleje las realidades nacionales y locales de cada país y por el precio que están dispuestos a pagar los compradores nacionales o internacionales. Esto no es siempre sencillo, especialmente en el sector del mercado voluntario, donde deben preservarse múltiples derechos, entre otros de las comunidades y territorios y donde deben brindarse compensaciones justas y equitativas a las comunidades que ejecutan las tareas.

Para los mercados secundarios los estados deben verificar si hay suficientes elementos para garantizar que existe una profundidad analítica en la transacción, que permita que el mercado se desarrolle como un mercado anticipatorio y no como un mercado de compensación. Y en el caso de los incentivos, la principal barrera para el ingreso de nuevos actores está en que el estado sea capaz de generar instrumentos que permitan que los nuevos actores puedan contar con elementos como subsidios, beneficios a la renta o al impuesto al valor agregado IVA u otros novedosos, que los incentiven a participar del mercado.

Respecto a los incentivos forestales tres elementos pueden constituirse en barreras comerciales para la diseminación de los mismos: a) La efectividad del incentivo, b) La contabilidad del incentivo, y c) el sitio donde se realiza el pago. Respecto a la efectividad del pago es necesario que el estado sea capaz de garantizar que el incentivo se otorga realmente al individuo o entidad que ejecuta la actividad y que realmente esta actividad corresponda al objetivo que se desea cumplir (conservación, uso sostenible, fomento, etc.).

También es necesario que el estado disponga de herramientas analíticas modernas y ágiles que garanticen la no presencia de doble o triple contabilidad para efectuar el pago por los incentivos bajo el principio de que un área no puede ser objeto de múltiples contabilidades. Y en relación con el sitio de pago del incentivo, también debe garantizarse que donde se realice dicha erogación es la zona que se está realmente intentando conservar o preservar.

Vale la pena mencionar como un ejemplo a seguir el pago por servicios ambientales desarrollado en Costa Rica, en donde se han desarrollado herramientas específicamente dirigidas para garantizar que el pago se efectúa donde la acción de conservación es efectivamente realizada y auditada (compensación a los agricultores que realizan agro-forestería para incrementar la conectividad con la biodiversidad nativa y el hábitat, o el pago a agricultores localizados en suelos altamente erosivos y en pendientes para garantizar que la infraestructura de down stream hydro power se mantiene) (Banco Mundial, 2009).

Las potenciales barreras comerciales en este sendero, con énfasis en los mecanismos de bonos de carbono e incentivos forestal pueden ser superadas si se dan dos condiciones: a) transparencia en los mecanismos de fijación de precios de los instrumentos; y b) establecimiento de esquemas de trabajo y auditoría compartidos entre gobierno/academia y sociedad que permitan establecer que el incentivo cumple el propósito para el cual fue diseñado.

V. Resumen, conclusiones y recomendaciones

A. Resumen

Tomando como punto de partida el trabajo realizado por el proyecto ALCUE-KBBE, co-financiado por la Unión Europea como parte de su séptimo programa marco de cooperación, el documento identifica cinco áreas estratégicas para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina, coherentes con el objetivo de promover un gran impulso ambiental que contribuya a un cambio estructural progresivo orientado a la sostenibilidad. Esas áreas son: i) el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad; ii) la bioenergía y bioproductos (bajo el concepto de biorrefinería); iii) la ecointensificación en la agricultura; iv) las aplicaciones biotecnológicas; y v) los servicios ecosistémicos.

El documento caracteriza los potenciales de la región en cada una de esas áreas y destaca oportunidades que surgen del rápido crecimiento de los mercados internacionales para bienes y servicios de base biológica. El cuadro 13 presenta un resumen de sectores potenciales para el desarrollo de la bioeconomía en 10 países de la región.

El documento también identifica barreras regulatorias que limitan el desarrollo de la bioeconomía en la región, en cada una de cinco áreas. Muchas de tales barreras se relacionan con la falta de desarrollos normativos, especialmente en los ámbitos de rápido desarrollo del conocimiento y de aplicación de nuevas tecnologías (por ejemplo, aplicaciones biotecnológicas, como las NBT y las enzimas industriales). En otros casos más bien la dificultad estriba en la complejidad de los procesos regulatorios (por ejemplo, acceso a recursos biológicos), en la falta de capacidades para cumplir con la normativa de los mercados de destino de las exportaciones y / o el poco conocimiento de tales requisitos (por ejemplo, productos alimenticios, productos biofarmacéuticos y biocosméticos), en la falta de compatibilidad de las regulaciones entre productos convencionales y aquellos similares de base biológica (por ejemplo, bioenergía, biofármacos, biorremediación, biomateriales), carencia de uniformidad en los criterios de clasificación (por ejemplo, alimentos funcionales), o en la existencia de regulaciones de difícil cumplimiento (por ejemplo, regulaciones de mezclas en el caso de los biocombustibles).

También se identifican barreras para el desarrollo de nuevos mercados y para el acceso a los existentes. Tomando como marco de referencia la clasificación de las medidas no arancelarias de la UNCTAD, se enfatizan las medidas sanitarias y fitosanitarias, los obstáculos técnicos al comercio, las inspecciones de pre-embarque y otras formalidades, así como cuestiones sobre propiedad intelectual.

Aunque restringidos al ámbito de la bioeconomía, los análisis de los marcos regulatorios, de los incentivos para promover el (bio) emprendimiento y de las barreras de acceso al mercado hacen evidentes los retos que plantea generar un gran impulso ambiental¹³. La coherencia de los objetivos y metas de la política pública, la coordinación de las intervenciones en el marco de dichas políticas, la oportunidad y racionalidad de las regulaciones *vis-a-vis* el desarrollo del conocimiento y de las tecnologías, el alineamiento de los incentivos, y la inversión en bienes públicos, especialmente para promover la innovación, entre otros, deben ser ámbitos centrales de la acción del Estado, creando condiciones para que el cambio estructural conduzca a la sostenibilidad.

Cuadro 13
América Latina (10 países): identificación de oportunidades
potenciales para el desarrollo de la bioeconomía

Argentina	Productos biofarmacéuticos; agricultura de precisión; biotecnología en agricultura y salud; bioenergía; agroindustria; biomateriales.
Brasil	Productos biofarmacéuticos; agricultura de precisión; biotecnología en agricultura, silvicultura y salud; biocosméticos; bioenergía; alimentos y piensos de plantas nativas; agricultura orgánica; REDD +.
Chile	Agroindustria; acuicultura y pesca; bioenergía; forestal y madera; biotecnología agrícola y aplicada a la minería; alimentos funcionales.
Colombia	Biocosméticos; biotecnología en agricultura y salud; alimentos y piensos de plantas nativas; productos biofarmacéuticos; alimentos funcionales; bioinsumos
Costa Rica	Agricultura orgánica; biomateriales; REDD +; ecoturismo; biotecnología en agricultura y salud; productos biofarmacéuticos; biocosméticos
Cuba	Biotecnología en agricultura y salud; productos biofarmacéuticos; bioinsumos.
Ecuador	Acuicultura y pesca; biocosméticos; alimentos y piensos de plantas nativas; bioenergía; forestal y madera.
México	Productos biofarmacéuticos; biotecnología en agricultura y salud; bioenergía; agroindustria; alimentos y piensos de plantas nativas; bioenergía; biomateriales; biorremediación; productos biofarmacéuticos; biocosméticos.
Perú	Biocosméticos; bioinsumos; biorremediación; alimentos y piensos de plantas nativas; alimentos funcionales; bioenergía; agricultura y pesca; acuicultura y pesca.
Uruguay	Agroindustria; productos biofarmacéuticos; biotecnología aplicada a la agricultura.

Fuente: Elaboración propia.

El documento hace evidente la importancia de entender los contextos, de aprender de las experiencias, dónde están los recursos y de qué manera se puede acceder a ellos. También destaca la relevancia de contar con marcos institucionales y legales sólidos y políticas adecuadas de innovación, competitividad, ciencia y tecnología, así como de superar barreras regulatorias y comerciales, a efecto de disparar la incorporación de la bioeconomía en la matriz productiva.

El documento también recalca que las naciones que han logrado poner a la bioeconomía como uno de los motores de su crecimiento tienen en común que fueron capaces de diseñar una política clara y coherente con una visión, objetivos, metas y tiempos bien definidos. En dichas estrategias el territorio

¹³ En el documento, como el lector podría haber notado, el concepto de sostenibilidad está íntimamente asociado a la reducción de los gases de efecto invernadero en los procesos de producción y al aprovechamiento sostenible de la biodiversidad en dichos procesos. En tanto asociada a lo productivo, la sostenibilidad se entiende entonces como un proceso de descarbonización, a partir de la sustitución paulatina de recursos fósiles por recursos biológicos.

es un eje fundamental del análisis, reconociendo su diversidad y particularidad. Además, se acompañan de un set de instrumentos de ciencia, tecnología e innovación, de generación de demanda y de incentivos económicos y fiscales para superar las barreras y permitir que el potencial económico que emana de la bioeconomía redunde en beneficio de la sociedad. Es indispensable además contar con el cambio en la voluntad política para traducir los deseos en políticas de estado, y no de un gobierno particular, y apoyar nuevos esquemas de gobernanza institucional que establezcan tareas, prioridades y mecanismos de seguimiento y vigilancia tecnológica.

B. Conclusiones

La propuesta de una Agenda de Desarrollo con horizonte 2030, centrada en la igualdad y la sostenibilidad ambiental tiene como elemento articulador un *cambio estructural progresivo sustentado en un gran impulso ambiental*, que demanda de la intervención articulada de múltiples actores para la preservación y uso sostenible de recursos naturales y servicios ambientales para mantener la estabilidad de los sistemas económicos (CEPAL 2016a).

La CEPAL define el *cambio estructural progresivo* como un proceso de transformación que involucra tres elementos:

- i) se orienta hacia actividades y procesos productivos intensivos en aprendizaje e innovación;
- ii) debe promover el vínculo con mercados en rápida expansión; y
- iii) debe permitir aumentar la producción y el empleo.

Además, un cambio estructural que promueva la sostenibilidad debe promover el desacople entre el crecimiento económico y las emisiones de dióxido carbono. Y desacoplar las emisiones de gases de efecto invernadero del crecimiento económico implica, en última instancia, el abandono paulatino de las fuentes de energía de origen fósil.

La base material de la bioeconomía son los recursos biológicos; por lo tanto, es una alternativa real para la descarbonización de la economía; y en particular, para un crecimiento con desacople de emisiones que contribuya a la diversificación productiva. De hecho, la bioeconomía se ha posicionado durante la última década como un marco de referencia para el diseño e implementación de políticas coherentes con el objetivo de transitar hacia formas de producción y consumo sostenibles, en las que se minimizan o eliminan la generación de desechos y el uso de combustibles y recursos de origen fósil. La tesis central de este documento es que la bioeconomía es un marco que contribuye para el diseño de políticas orientadas a promover un gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe.

El concepto de bioeconomía incluye tres elementos:

- i) el consumo y la producción de bienes y servicios a partir del uso directo y la transformación sostenibles de *recursos biológicos*, incluyendo los desechos biomásicos que se generan en su transformación, producción y consumo,
- ii) el aprovechamiento del *conocimiento de los principios y procesos biológicos* y
- iii) de las *tecnologías* aplicables al conocimiento y transformación de los recursos biológicos y a la emulación de principios y procesos y biológicos.

Esos elementos son consustanciales a un proceso de cambio estructural orientado hacia la sostenibilidad, pues:

- i) son la base para el desarrollo de nuevas actividades productivas y cadenas de valor de base biológico, intensivas en conocimiento y en la aplicación de nuevas tecnologías, especialmente de aquellas en las que convergen las ciencias biológicas con la química, la física, la ingeniería y las ciencias cognitivas y de la información;

- ii) de las que se derivan bienes y servicios de base biológica, que generalmente se ubican en segmentos de mercados en rápida expansión (e.g. bioplásticos, biomateriales, bioinsumos agrícolas, biofármacos y biocosméticos, sistemas de biorremediación, servicios de biodiagnóstico y biomonitoreo, entre otros); y
- iii) que permiten aumentar la producción y el empleo, pues muchas de las nuevas actividades se basan en el aprovechamiento de recursos biológicos con especificidades territoriales, que proveen alternativas para la diversificación productiva y la agregación de valor en el medio rural, especialmente en los sectores agrícola y agroindustrial.

Además, la bioeconomía promueve un cambio estructural enfocado en la sostenibilidad, en tanto su base material son los recursos biológicos y promueve el aprovechamiento total de la biomasa, bajo una lógica de economía circular.

El cuadro 14 ilustra los vínculos entre los conceptos de cambio estructural progresivo, gran impulso ambiental y bioeconomía. Algunos de los elementos relativos a cuestiones conceptuales, incluyendo el potencial de la bioeconomía para promover el cambio estructural, son analizados más en detalle en Rodríguez et al. (2017). También se identifican en ese trabajo marcos institucionales y de políticas relevantes para la bioeconomía, a partir del análisis de 10 países de la región. Este documento avanza en el análisis de contribución de la bioeconomía a un gran impulso ambiental, a partir del análisis de sectores estratégicos, tanto en términos de su potencial, como de las barreras que podrían limitar su desarrollo.

La bioeconomía también provee un marco para estrategias de desarrollo basadas en recursos naturales —recursos biológicos— intensivas en conocimiento, diferentes a las que han caracterizado históricamente el desarrollo de América Latina y el Caribe. Como resultado de la abundancia y explotación de recursos naturales —minerales, fósiles y biológicos— la región ha mantenido una estructura productiva de ventajas comparativas estáticas, orientada por criterios extractivista. Se ha fomentado la expansión de la frontera agrícola, a menudo a contrapelo de la protección de recursos biológicos esenciales para la provisión de servicios ecosistémicos; y ha habido una extracción creciente de los recursos mineros, forestales y pesqueros, con poca retribución a la sociedad a través de las rentas que genera dicha extracción y poca reinversión de tales rentas en la creación de otros tipos de capital para apoyar la innovación, especialmente capital humano.

La bioeconomía promueve procesos de desarrollo intensivos en la aplicación de conocimientos y nuevas tecnologías, en los ámbitos en que se concentran las principales capacidades científicas y tecnológicas de la región, como son las ciencias agrícolas y biológicas, y de manera creciente en ciencias ambientales (e.g. Rodríguez et al., 2015). De hecho, los principales centros de investigación de la región con una presencia global relevante se ubican en en estas áreas, como son los casos de Embrapa en Brasil y el INTA en Argentina. Por lo tanto, la bioeconomía en América Latina permite aprovechar una rica base de recursos biológicos (biodiversidad, capacidad para producir biomasa, aprovechamiento de biomasa de desecho) con capacidades propias en ciencia y tecnología en los ámbitos relevantes para aprovechar tales recursos.

La bioeconomía supera la visión dual de elección entre la agricultura y la industria como vías alternativas para el progreso económico y social, en favor de la integración de ambas como un complejo sistema de relaciones insumo-producto agrícolas e industriales, que son la base de un camino de desarrollo más sostenible. En ello la clave es cómo articular el gradiente de caminos que van desde los usos básicos de la biomasa, hasta el desarrollo de opciones de utilización de la biomasa y de la biodiversidad intensivas en conocimiento, aprovechando el progreso en las ciencias y tecnologías biológicas (por ejemplo, biotecnología, biología sintética, ómicas) y la convergencia con otros relacionados y de rápida evolución campos (por ejemplo, nanotecnología, tecnologías digitales, robótica).

Cuadro 14 La bioeconomía, el cambio estructural progresivo y el gran impulso ambiental

Agenda de Desarrollo con Horizonte 2030

<p>Cambio estructural progresivo hacia la sostenibilidad</p> <hr/> <p>Proceso de transformación hacia actividades y procesos productivos intensivos en aprendizaje e innovación; vínculo con mercados en rápida expansión; aumento de la producción y el empleo. Desacople de las emisiones de gases de efecto invernadero del crecimiento económico</p> <hr/> <p>Gran impulso ambiental</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • Alineamiento de incentivos. • Coordinación y coherencia de políticas e intervenciones de política pública en los sectores identificados como estratégicos. • Coordinación de inversiones en sectores estratégicos. 	<p>La bioeconomía y sus principales elementos</p> <hr/> <p>Producción basada en recursos biológicos y no en recursos fósiles; Aprovecha conocimientos de principios y procesos biológicos para su aplicación en procesos productivos; Aplicación de nuevas tecnologías (especialmente de las ómicas y otras derivadas de la convergencia entre ciencias biológicas, química, física, ingeniería y ciencias de la información); Promueve aprovechamiento integral de la biomasa, con lógica de economía circular. Mercados en expansión para bienes y servicios de base biológica. Aprovecha especificidad territorial de los recursos biológicos.</p> <hr/> <p>Bioeconomía: sectores estratégicos, políticas e instrumentos.</p> <hr/> <p>Rutas posibles para el desarrollo de la bioeconomía en ALC</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento sostenible de la biodiversidad • Bioenergía y bioproductos (biorrefinerías) • Ecointensificación en la agricultura • Aplicaciones biotecnológicas • Servicios ecosistémicos. <p>Articulación de políticas relevantes Ciencia, tecnología e innovación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio climático • Agricultura, ganadería y acuicultura sostenibles. • Forestal • Biodiversidad • Biotecnología • Bioenergía • Manejo de desechos <p>Alineamiento de incentivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fondos nacionales de ciencia, tecnología e innovación y fondos sectoriales • Pago de servicios ambientales • Fondos públicos, privados y mixtos para promover el emprendimiento • Fondos regionales y globales.
---	--

Fuente: Elaboración propia.

C. Recomendaciones

Para hacer viable la bioeconomía en América Latina y el Caribe tres elementos son fundamentales: a) los recursos económicos; b) la institucionalidad, con sus esquemas de gobernanza; y c) los recursos humanos disponibles. Hay fondos económicos de variado origen y aplicabilidad (por ejemplo, públicos, privados, mixtos o multilaterales) disponibles y en funcionamiento que podrían apalancar desde emprendimientos hasta grandes inversiones en cualquier de las áreas de la bioeconomía descritas y la institucionalidad y los recursos humanos regionales deberían adaptarse a estos desafíos.

En suma, se trata de crear un *Ecosistema de Bioeconomía*, que mediante acciones e inversiones coordinadas y simultáneas propicie el gran salto ambiental. A este ecosistema nacional o regional de bioeconomía le corresponden varias tareas, dentro de ellas: a) generar su propio órgano de gobierno y regulación; b) servir como un referente de coherencia y sinergia entre las diversas instituciones ligadas al ecosistema; c) desarrollar análisis prospectivos acerca de las necesidades de las tecnologías a nivel regional y local, y de los requerimientos para su desarrollo o adaptación para propiciar la interacción con la sociedad.

Las experiencias de países que cuentan con una política definida en bioeconomía, o que sin tenerla han avanzado en incorporarla brindan varias enseñanzas a aquellos países que deseen incursionar en este camino. a) el país debe fijarse un objetivo, una meta clara y un tiempo determinado relacionado con el porqué y el para qué la Bioeconomía hará parte de su matriz productiva.

Para que la bioeconomía en su conjunto sirva como un instrumento que potencie el gran salto ambiental en América Latina se deben consolidar ecosistemas regionales o nacionales donde coexistan los actores, las instituciones y un paquete de instrumentos políticos, regulatorios, de generación de demanda, económicos, fiscales y de I+D+i. La generación de solo algunos de estos instrumentos o de instrumentos incompletos no logrará el cometido de afianzar la bioeconomía en la matriz productiva de un país.

Para que América Latina y el Caribe avance en bioeconomía es indispensable reconocer la variabilidad natural, ambiental y social de cada país y sus regiones o territorios. Además, se debe propiciar la creación de mecanismos novedosos de asociación entre el estado y el sector privado, para permitir nuevos esquemas de financiamiento o coinversión para los emprendimientos (por ejemplo, fondos internacionales privados operando en varios países simultáneamente junto con fondos públicos o esquemas de asociación entre fondos privados e incubadoras académicas) o grandes inversiones en bioeconomía.

Para superar las barreras comerciales para el ingreso de los productos de bioeconomía a los circuitos internacionales de mercado es necesario trabajar de manera paralela y coordinada en cuatro frentes: a) infraestructura, b) armonización, c) información, y d) transparencia. La infraestructura debe garantizar que se mejoren y optimicen las capacidades de análisis para asegurar que los nuevos productos cumplen con todos los requisitos de calidad, seguridad e inocuidad. La armonización comprende homologar y validar estándares, guías, metodologías, certificaciones, trabajo de laboratorios en red, etc. La información es entendida como el conocimiento, difusión y disponibilidad pública de procedimientos y requisitos para entender y superar temas logísticos como etiquetas, sellos y certificaciones. Y la transparencia refiere al imperativo de establecer mecanismos para la operación de los mercados, tanto para los productos de la bioeconomía, como de sus tecnologías habilitantes. Además, existen algunos ámbitos específicos que requieren atención prioritaria:

- i) Las barreras regulatorias al desarrollo de la bioeconomía tienen diferentes tipologías y las acciones para superar las mismas deberían ser priorizadas en virtud de los impactos que las mismas tengan a corto, mediano y largo plazo.
- ii) En valoración de la biodiversidad podría ser útil en el corto plazo realizar primero las evaluaciones de impacto de las tecnologías y los estudios sectoriales correspondientes; en el mediano plazo, y por su alto potencial sería deseable comenzar el debate sobre la regulación de las nuevas tecnologías (NBT); y en el largo plazo, ejecutar las tareas de educación, capacitación y los temas administrativos y logísticos de disminución de trámites, tiempos y generación de ventanillas únicas.
- iii) En bioenergía es prioritario lograr la implementación de las leyes vigentes y en el mediano plazo generar espacios de diálogo y concertación entre todos los actores de la cadena y adaptar las regulaciones existentes a los nuevos modelos de generación de energía limpia.
- iv) En ecointensificación, en el corto plazo es recomendable trabajar en educación, difusión y conocimiento de las normas y en el mediano plazo en regular los temas de agricultura de precisión y biorremediación.

- v) En productos y procesos de la biotecnología es prioritario generar reglamentaciones en los ámbitos de alimentos funcionales, enzimas industriales y bioprocesos y buscar compatibilizar las mismas entre diferentes sectores económicos usuarios (por ejemplo, agricultura, agroindustria, salud, industria).

Finalmente, es relevante destacar la existencia de literatura académica reciente que identifica elementos relevantes a considerar en el diseño de políticas para un gran impulso ambiental (*environmental big push*). Por ejemplo, Bayramogly y Jacques (2009), utilizando un modelo de *big push* estático de equilibrio general concluyen que, para el caso de un país en desarrollo, la introducción de estándares de emisiones muy estrictos puede llevar a un “mal equilibrio”. Por el contrario, y en consonancia con el espíritu de Rosenstein-Rodan, el “buen equilibrio”, que ellos denominan “gran impulso ambiental”, corresponde a una situación en la cual un conjunto de nuevos sectores modernos tiene un incentivo para modernizar la producción, a la vez que invierte en nuevas tecnologías de reducción de emisiones.

A una conclusión general llegan de Oliveira y Lima (2015), también utilizando un modelo inspirado en una teoría del desarrollo de los años cincuenta del siglo pasado, en este caso un “modelo de desarrollo verde” basado en el concepto de economía dual de Arthur Lewis (1954, 1955). Estos autores concluyen que la imposición de requisitos muy estrictos de reducción de emisiones puede dar lugar a lo que denominan una “trampa de desarrollo ecológico” (*ecological development trap*), de la cual una economía dual a la Lewis nunca podrá escapar, si se dejan actuar libremente sus fuerzas estructurales. De dicha trampa se puede escapar, a través de un “gran impulso” estándar de inversión, en el sentido de Rosentein-Rodan, así como por medio de los que ellos denominan un “gran impulso ambiental”, que se puede interpretar “como una transferencia exógena de tecnología verde desarrollada en las economías avanzadas para la reducción de emisiones en las economías en desarrollo, lo que dará lugar a mejoras exógenas en el nivel de calidad ambiental en esta última” (Oliveira y Lima, 2015, p. 18).

Los trabajos de Bayramogly y Jaques (2009) y de Oliveira y Lima (2015) destacan dos características deseables de un gran impulso ambiental en economías en desarrollo, como es el caso en América Latina y el Caribe. En el primer caso, la importancia de impulsar el desarrollo de nuevos sectores modernos y de incentivar la inversión en nuevas tecnologías más limpias; y en el segundo, el papel de la cooperación internacional, sobre todo para la transferencia de tecnologías limpias, argumento que se podría extender al rol de la inversión extranjera directa. La bioeconomía provee un marco para el desarrollo de políticas en esa dirección.

Bibliografía

- Adamowicz, Mieczyslaw. (2017). Bio-economy as a Concept of Development Strategies in the European Union. *Journal of International Business Research and Marketing*, Volume 2, Issue 4, pp. 7-12.
- Ainia Centro Tecnológico. 2017. Drones, agricultura de precisión e industria alimentaria: Nuevas tendencias. Disponible en: <http://www.ainia.es/tecnoalimentalia/tecnologia/drones-agricultura-de-precision-e-industria-alimentaria-nuevas-tendencias/> (Consultado agosto 15 de 2017).
- Alim' Agri. 2017. La stratégie nationale bioéconomie: remettre la photosynthèse au cœur de notre économie. <http://agriculture.gouv.fr/la-strategie-nationale-bioeconomie-remettre-la-photosynthese-au-coeur-de-notre-economie> (Consultado julio 11 de 2017)
- ANP - 2017 - Anuário Estatístico da ANP - 2017. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Brasil, Brasília.
- Ashwell. M. 2004. Conceptos sobre alimentos funcionales. ILSI Europa. Ilsi Europe Concise Monograph Series. ISBN 1-57881-157-0
- Aramendis R. & A. Castaño. 2015. Business Case Study “Análisis de caso de Bioempresas en Colombia”. CIRAD. Francia.
- Banco Mundial. 2009. Competitividad en Costa Rica. Gobierno de Costa Rica-Banco Mundial.
- Bayramoglu, Basak y Jacques, Jean-François. 2009. Environmental Big Push. First bi-annual symposium of GDRI DREEM, "Inequalities and development in the Mediterranean countries", Istanbul, Turkey.
- Berger, R. 2014. Informe sobre el mercado de las tecnologías ambientales a nivel mundial. Informe para el Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB). GreenTech made in Germany 4.0. Environmental Technology Atlas for Germany.
- Bericht. 2004. Situationsbericht 2004 mit Fakten zur Landwirtschaft (I informe de situación 2004 Datos sobre la Agricultura). Deutschen Bauernverband. Germany.
- BCC Research. 2015. Global Markets for Environmental Remediation Technologies. Analyst - Bryan Boots. Code - ENV006B.
- BID. 2008. Desarrollo sostenible: medio ambiente, cambio climático y energía. Oportunidades para el diálogo y la cooperación entre la Unión Europea y América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.
- BIOCORP. 2017. Bioeconomy Transformation Programme (BTP). (<http://www.bioeconomycorporation.my/bioeconomy-malaysia/bioeconomy-transformation-project/>) (Consultado el 24 de febrero, 2018).
- BIO-TALENT. 2013. [Sequencing the Data - People - Driving Canada's Bio-economy, Labour Market Information Report 2013.](#)

- Biruete, A., Juárez Hernández, A., Sieiro Ortega, E., Romero Viruegas, R. & y J. L. - 2009 - Silencio Barrita. Los nutraceuticos. Lo que es conveniente saber Revista Mexicana de Pediatría. Vol. 76, No 3:136-145.
- BMBF- Federal Ministry of Education and Research & BMEL -Federal Ministry of Food and Agriculture. 2015. Bioeconomy in Germany, Opportunities for a bio-based and sustainable future. Bonn and Berlin. BIOCOM AG.
- Brookes G. & P. Barfoot. 2017. GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2015. PG Economics Ltd, UK
- Bruinsma, J. 2009. The resource outlook to 2050: By how much do land, water use and crop yields need to increase by 2050. 33 pp. Expert Meeting on How to Feed the World in 2050. Rome, FAO and ESDD. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak542e/ak542e06.pdf>.
- Benyus, J. M. - 1997 - *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. New York: Morrow.
- CAF. 2017. Blue Biotrade: restoring and enhancing biodiversity and ecosystem services. The Ocean Conference. New York.
- CAF-CEPAL. 2005. Biotecnología para el uso sostenible de la biodiversidad, Capacidades locales y mercados potenciales. Publicaciones CAF, Caracas. 124 p.
- Cámara de Comercio de Cali. 2012. Bioenergía. Revista Acción. Edición No. 164. Disponible en: <http://www.ccc.org.co/revista-accion-ccc/bioenergia/> (Consultado agosto 17 de 2017).
- Canadian Chamber. ---. Developing a National Bioeconomy Strategy.
- Capital Economics. 2015. The British Bioeconomy. An assessment of the impact of the bioeconomy on the United Kingdom economy. Summary Report by Glyn Chambers, Alexandra Dreisin and Mark Pragnell.
- CDB Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2017. Protocolo de Nagoya. Disponible en: <https://www.cbd.int/abs/> (Consultado julio 17 de 2017).
- CDB Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2017. <https://www.cbd.int/incentives/> (Consultado agosto 28 de 2017).
- CDB Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2014. Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 4. Montreal, 155 páginas.
- CDB Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010. Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. Montreal. 94 páginas.
- CELERES. 2013. Os Benefícios Econômicos da Biotecnologia Agrícola no Brasil: 1996/97 a 2012/13. Minas Gerais. Brasil.
- CEPAL. 2017. La región enfrenta desafíos coyunturales y estructurales para implementar la agenda 2030. Disponible en: <http://www.cepal.org/es/comunicados/alicia-barcelona-la-region-enfrenta-desafios-coyunturales-estructurales-implementar-la> (Consulta julio 17 de 2017).
- CEPAL. 2016a. Horizontes 2030: la igualdad en el centro del desarrollo sostenible. Santiago.
- CEPAL. 2016b. Panorama Social de América Latina, 2015, (LC/G.2691-P), Santiago.
- CEPAL. 2015a. Bioeconomía: nuevas oportunidades para la agricultura. Serie Desarrollo Productivo No. 200 (traducción de la sección Focus, del Rural 21, The International Journal for Rural Development, Vol. 48, No. 3 (2012), pp. 6-27). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.4032, Santiago de Chile.
- CEPAL. 2015b. América Latina y el Caribe: una mirada al futuro desde los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe regional de monitoreo de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) en América Latina y el Caribe, 2015 (LC/G.2646), Santiago, septiembre.
- CEPAL. 2015c. Desarrollo social inclusivo: una nueva generación de políticas para superar la pobreza y reducir la desigualdad en América Latina y el Caribe (LC. L/4056(CDS.1/3), Santiago.
- CEPAL. 2014. Innovación sustentable: espacios para mejorar la competitividad de las pymes argentinas. CEPAL–Colección Documentos de Proyecto, Santiago, agosto, Publicación de Naciones Unidas.
- CIBIOGEM. 2017. I informe anual de la situación general sobre la bioseguridad en México. Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados. México
- Codex Alimentarius. 2007. Alimentos Producidos Orgánicamente. Organización Mundial de la Salud Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. ISBN 978-92-5-305835-8
- COLCIENCIAS. 2016. Colombia. Tendencias Internacionales en Bioeconomía: Investigación, Desarrollos Normativos y Políticas Públicas. Bogotá

- Consejo Alemán para la Bioeconomía. 2016. Further development of the “National Research Strategy BioEconomy 2030”. Secretariat of the German Bioeconomy Council, Berlin.
- Conacyt. 2017. Resultados de proyectos financiados por CIBIOGEM. Disponible en: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/resultados-proyectos-financiados-fondo-cibiogem> (consultado 18 de octubre de 2017)
- Corcho, G. 2014. Nazca Ventures, US\$ 5 millones para nuevos proyectos. Disponible en: <https://www.larepublica.co/alta-gerencia/nazca-ventures-us5-millones-para-nuevos-proyectos-2145566>. (Consultado 12 de octubre de 2017).
- Cornell University, INSEAD, and WIPO. 2017. The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World, Ithaca, Fontainebleau, and Geneva.
- DA SILVA, E.J. 2004. The Colours of Biotechnology: Science, Development and Humankind. *Electron. J. Biotechnol.* 7: n.3
- De Oliveira, Guilherme y Lima, Gilberto Tadeu. 2015. A Green Lewis Development Model. Working Paper Series N° 2015-49, Department of Economics, University of São Paulo, Brazil.
- Department of Biotechnology. 2014. National Biotechnology Development Strategy-2014. Ministry of Science & Technology Government of India. New Delhi.
- Department of Science and Technology. 2013. The Bio-economy Strategy is an initiative of the Department of Science and Technology, South Africa. Department of Science and Technology (DST). ISBN 978-1-919966-06-9. 48p.
- Deswarte, Fabien (2017). Biorefining in the UK: Perspectives on opportunities, challenges, the future. *Biofuels, bioproducts and biorefining*, Volume 11, Issue 1, Pages 12–14. DOI: 10.1002/bbb.1748.
- Dieckhoff, P. 2015. Bioeconomy Policy Part I: Synopsis and Analysis of Strategies in G7. German Bioeconomy Council. Berlin.
- Dieckhoff, P.; El-Cichakil, B.; Patermann C. 2015. Bioeconomy Policy. Synopsis and Analysis of the Strategies in the G 7. A report from the German Bioeconomy Council. Bioökonomierat. Berlin.
- Dodick, Jeff y Kauffman, Dan. (2017). A Review of the European Union’s Circular Economy Policy. Report from Project The route to circular economy. Project funded by European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 730378
<http://www.r2pipproject.eu/wp-content/uploads/2017/04/A-Review-of-the-European-Unions-Circular-Economy-Policy.pdf>
- Dubois, O. & Gomez, M. - 2016 - How Sustainability is Addressed in Official Bioeconomy Strategies at International, National and Regional levels: An overview. FAO, Rome.
- Dvorak P, Nikel P, Damborsky J, & De Lorenzo V. 2017. Biorremediation 3.0. Engineering Pollutant removing bacteria in time of Systemic Biology. *Biotechnology Adv* August 5.
- Embid, A. & Martín, L. 2017. El Nexo entre el agua, la energía y la alimentación en América Latina y el Caribe: planificación, marco normativo e identificación de interconexiones prioritarias. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/TS.2017/16, Santiago de Chile.
- Erickson D.R. 2015. Practical Handbook of soybean processing and utilization. AOCS Press and United Soybean Board. St Louis, Missouri-USA.
- Espana. Estrategia española de Bioeconomía Horizonte 2030. Ministerio de Economía y Competitividad. Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación. Madrid 2016
- European Commission (2005). New Perspectives on the Knowledge-Based Bio-Economy. European Commission, Brussels, Belgium.
- European Commission (2010). The European Bioeconomy in 2030: Delivering Sustainable Growth by addressing the Grand Societal Challenges. White Paper, European Commission’s Seventh Framework Programme (FP7). (<http://www.epsoweb.org/file/560>).
- European Commission (2012). Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. Directorate-General for Research and Innovation. European Commission, Brussels.
http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/bioeconomycommunicationstrategy_b5_brochure_web.pdf.
- FAO. 2017a. Food and Agriculture: Driving action across the 2030 Agenda for Sustainable Development. Disponible en: www.fao.org/3/i7454e.pdf
- FAO. 2017b. Cambio Climático y Seguridad Alimentaria. Disponible en: www.fao.org/climatechange. Consultado julio 31 de 2017.
- FAO. 2009. Cómo Alimentar al Mundo en el 2050. Foro de Alto Nivel de Expertos. Roma. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/synthesis_papers/C%C3%B3mo_alimentar_al_mundo_en_2050.pdf

- FEDEBIOCOMBUSTIBLES. 2011. Biodiesel Colombiano el mejor entre los mejores del mundo. El Tiempo, información comercial. Mayo 13 de 2011.
- Ferrari, L. 2013. Energías fósiles: diagnóstico, perspectivas e implicaciones económicas REVISTA MEXICANA DE FISICA S 59 (2) 36–43
- Flores, Yensi y Tangney, Mark. (2017). Synthetic Biology in the Driving Seat of the Bioeconomy. *Trends in Biotechnology*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tibtech.2017.02.002>
- Freeman, C. - 2008 - Systems of Innovation: Selected Essays in Evolutionary Economics. Cheltenham: Elgar.
- Garbach, K., Milder, J.C., DeClerck, F.A.J., Driscoll, L., Montenegro, M. & B. Herren. 2017. Close yield and nature gaps: Multi-functionality in five systems of agroecological intensification. *International Journal of Agricultural Sustainability*. Volume 15, Issue 1.
- GDB NETWORK. 2014. Biocombustibles: Perspectivas del Mercado mundial, situación en Argentina. Parte 1 de 5.
- GDB NETWORK. 2013. Alimentos procesados oportunidades y perspectivas en el Mercado global. Informe No. 86. Disponible en: http://www.prospectiva2020.com/sites/default/files/report/files/86_i2020_alimentos_procesados_bbaa_lima_web.pdf (Consultado agosto 16 de 2017).
- Georgescu-Roegen, Nicholas (1977). Inequality, Limits and Growth from a Bioeconomic Viewpoint. *Review of Social Economy XXXV*, 3: 361-375.
- ____ (1975). Energy and economic myth. *Southern Economic Journal*, *XLI*: 347–81.
- German Bioeconomy Council (2015). *Making Bioeconomy Work for Sustainable Development*. Communiqué of the Global Bioeconomy Summit 2015, Berlin, November 26th.
- Glazer, A.N. & H. Nikaido. 1995. *Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology*. W. H. Freeman and Company, New York.
- Golden, J.S., Handfield, R.B., Daystar, J. and, T.E. McConnell. 2015. An Economic Impact Analysis of the U.S. Biobased Products Industry: A Report to the Congress of the United States of America. A Joint Publication of the Duke Center for Sustainability & Commerce and the Supply Chain Resource Cooperative at North Carolina State University.
- GOVERNO FEDERAL. 2007. Política Biotecnología Protecao e Desenvolvimento. Brasil.
- Hagman, Linda y Eklund, Mats. 2016. The role of biogas solutions in the circular and bio-based economy. Report for Biogas Öst in the EU- project “Prestudy for regional development of biogas infrastructure” by Linköping University, Biogas Research Center and the department of Environmental Technology and Management.
- Harris, J. M. - 2008 - Ecological Macroeconomics: Consumption, Investment, and Climate Change. Global Development and Environment Institute - Working Paper no. 08-02, Tufts University, Medford.
- Harvard Business Review Analytical Services. 2013. Bioeconomy: An Agenda for Brazil. National Confederation of Industry (CNI). Brazil.
- Henry, G., Hodson de Jaramillo, E., Aramendis, R. & E. Trigo. 2017. Bioeconomía en Colombia: Nota conceptual. Presentada en el Foro Nacional de Bioeconomía. 27 de abril de 2017. Bogotá, Colombia.
- Henry, G, Trigo, E & E. Hodson de Jaramillo. 2014. Bioeconomía en América Latina diferentes vías, resultados preliminares y buenas prácticas. En: *Hacia un Bioeconomía en América Latina y el Caribe en asociación con Europa*. Editora: Elizabeth Hodson de Jaramillo. 1ª ed. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Pág. 141-148. Bogotá.
- Herrera, H. 2015. Páramos: defendiendo el agua en Colombia. Disponible en: <http://www.aida-americas.org/es/blog/p%C3%A1ramos-defendiendo-el-agua-en-colombia> (Consultado 17 de octubre de 2017).
- IL BIOECONOMISTA. 2017. [France adopts its national bioeconomy strategy. An interview with Antoine Peeters, IAR](https://ilbioeconomista.com/2017/01/19/france-adopts-its-national-bioeconomy-strategy-an-interview-with-antoine-peeters-iar/). Disponible en: <https://ilbioeconomista.com/2017/01/19/france-adopts-its-national-bioeconomy-strategy-an-interview-with-antoine-peeters-iar/> (Consultado julio 11 de 2017)
- IL BIOECONOMISTA. 2015. Disponible en: [The bioeconomy to re-industrialize Brazil. An interview with Bernardo Silva, President at ABBI](https://ilbioeconomista.com/2015/12/07/the-bioeconomy-to-re-industrialize-brazil-an-interview-with-bernardo-silva-president-at-abbi/). <https://ilbioeconomista.com/2015/12/07/the-bioeconomy-to-re-industrialize-brazil-an-interview-with-bernardo-silva-president-at-abbi/> (Consultado julio 11 de 2017).
- IAvH-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2017. <http://www.humboldt.org.co/es/biodiversidad/que-es-la-biodiversidad> (Consultado agosto 28 de 2017)
- Islas Sampeiro, J & A. Martínez. 2010. Bioenergía. *Revista Ciencia*.


- Italian Presidency of Council of Ministers. 2016. BIT – Bioeconomy Strategy for Italy. Consultation. Draft (English Version)
- James, C. 2016. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016. ISAAA Brief 52-2016. Ithaca, NY.
- Jiménez-Sánchez, Gerardo y Philp, Jim. (2015). Omics and the bioeconomy, Applications of genomics hold great potential for a future bio-based economy and sustainable development. *EMBO reports*, 16, 17-20, DOI 10.15252/embr.201439409
- Jungmeir, Gerfried. (2014). *The biorefinery fact sheet*. IEA Bioenergy Task 42 Biorefining. International Energy Agency, Paris, France.
- Koltuniewicz, Andrzej y Dabrowska, Kataryna. (2016). Biorefineries – factories of the future. *Chemical and Process Engineering*, 37 (1): 109-119.
- Kuila, Arindam y Sharma, Vinay. (2017). Sugarcane: A Potential Agricultural Crop for Bioeconomy through Biorefinery. En *Lignocellulosic Biomass Production and Industrial Applications* (eds. Knawang Chhunj Sherpa, Rajiv Chandra Rajak, Rintu Banerjee, and Rintu Banerjee). DOI: 10.1002/9781119323686.ch8
- Krieger Merico, L.F. 2017. Nota Interna Orientadora al Concepto de Gran Impulso Ambiental para la Ejecución de Proyectos de Cooperación y Consultorías. CEPAL. Santiago. Leatherhead Food Research. 2014. Crece Mercado de Alimentos Funcionales. Disponible en: http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Crece_mercado_de_alimentos_funcionales. (Consultado septiembre 22 de 2017).
- Lee, Duu-Hwa (2015). Bio-based economies in Asia: Economic analysis of development of bio-based industry in China, India, Japan, Korea, Malaysia and Taiwan. *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 41, Issue 7, 23 February 2016, Pages 4333-4346. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.10.048>
- Lewis, Arthur. 1954. Economic development with unlimited supply of labor. *The Manchester School*, Volume 22, Issue 2, pp. 139–191.
- Lewis, W. A. (1955). *The Theory of Economic Growth*. Manchester: George Allen Unwin Ltd.
- Lombardi, Rachel y Laybourn, Peter. (2012). Redefining Industrial Symbiosis, Crossing Academic–Practitioner Boundaries. *Journal of Industrial Ecology*, 16 (1): 28-37.
- Maina, Sofia; Kachrimanidou, Vasiliki y Koutinas, Apostolis. 2017. From waste to bio-based products: A roadmap towards a circular and sustainable Bioeconomy. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, doi: 10.1016/j.cogsc.2017.07.007.
- Makarova, Anna; Baurinb, Dmitry; Gordienkoc, Mariia; Kudryavtsevaa, Evgenia. (2017). Green chemistry for the optimum technology of biological conversion of vegetable waste. *Sustainable Production and Consumption*, Volume 10, April 2017, Pages 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2016.12.003>
- Market Research. 2016a. [Cosmeceuticals-Patent Overview \(Last 5 years\)](#). Market Research. USA.
- Market Research. 2016b. Nutraceutical Ingredients Market by Type (Pre & Probiotic, Protein, Mineral, Vitamin, Carotenoid, Fiber, and Phytochemical), Application (Food, Dietary Supplement, and Animal Nutrition), Form, Health Benefit, and Region - Global Forecast to 2022. Market Research. USA.
- Markets & Markets. 2017. <http://www.marketsandmarkets.com/food-and-beverages-market-research-6.html> (Consultado agosto 16 de 2017).
- Markets & Markets. 2016. Biostimulants Market by Active Ingredient (Humic acids, Fulvic Acids, Seaweed, Microbials, Trace Minerals, Vitamins, and Amino acids), Application Method (Foliar, Soil, and Seed), Crop Type, & by Region - Global Trends & Forecasts to 2021.
- Mazzucato C, y & Perez C. (2014). Innovation' as 'Growth 'Policy: The 'challenge' for 'Europe, University of Sussex, UK.
- MINAM Perú. 2016. El Modelo de Negocio de Biocomercio: Innovación para el desarrollo sostenible. Presentación en el Taller. Identificación de Barreras al Comercio de Productos Peruanos de Biocomercio y otros derivados de la biodiversidad. UNCTAD. Lima, Perú.
- Ministerio de Ambiente del Perú. 2013. Manual del curso de Biocomercio. Dirección General de Diversidad Biológica. Lima. ISBN: 978-612-4174-05-6
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & Fundación Manuel Mejía. 2007. Agricultura limpia, agricultura orgánica o ecológica. Disponible en: http://www.minagricultura.gov.co/archivos/guia_de_agricultura_ecologica.pdf

- Nærings- og fiskeridepartementet. 2016. Kjente ressurser – uante muligheter (Recursos conocidos- posibilidades ilimitadas). Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon. Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon. W-0013 B. 74p.
- Nachtergaele, F., Bruinsma, J., Valbo-Jorgensen, J & D. Bartley. ----. Anticipated trends in the use of global land and water resources. SOLAW Background Thematic Report –TR01. FAO. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/solaw/files/thematic_reports/TR_01_web.pdf
- Noormana, Henk J. y Heijnenb, Joseph. (2017). Biochemical engineering's grand adventure. *Chemical Engineering Science, Volume 170*, Pages 677-693. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2016.12.065>
- Nordic Innovation (2014): Creating value from bioresources - Innovation in Nordic Bioeconomy. Nordic Innovation Publication 2014:01. Oslo
- OMPI - Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. 2017. Información Estadística de la OMPI.
- OECD. 2009. The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda. Paris.OECD. 2017. Towards Bio Products of Materials: replacing the oil barrel. Directorate for Science, technology and innovation. Committer for science and technology policy. Working Party on Biotechnology, nanotechnology and converging technologies. DSTI/STP/BNCT (2016)17/REV2.
- Overbeek, G., De Bakker, E. Beekman, V., Davies, S., Kiresiewa, Z., Delbrück, S., Ribeiro, B., Stoyanov, M & M. Vale. 2016. Review of bioeconomy strategies at regional and national levels. Bio-Step-European Commission Horizon 2020.
- Parisi, Claudia y Ronzon, Tevecia (2016). *A global view of bio-based industries: benchmarking and monitoring their economic importance and future developments*. Publications Office of the European Union, DOI: 10.2788/153649
- Pauli, Gunter. (2011). La economía azul. (Traducción de Ambrosio García Leal de la 1ra edición en inglés, The Blue Economy, 10 years, 100 innovations, 100 million Jobs, Paradigm Publications, 2010), Tusquets Editores, Bogotá, Colombia.
- Piotrowski, S., Carus, M & D. Carrez. 2016. European Bioeconomy in Figures. Nova Institute Commissioned by Bio-Based Industries.
- Porcile, G. - 2016 - Tecnología, Medio Ambiente y Desarrollo: una nueva mirada al Gran Impulso Ambiental. Memo Interno, Cepal, Santiago.
- Prochile. 2013. Tendencias de mercado: Alimentación saludable. Documento elaborado por ProChile Paris, http://www.prochile.gob.cl/wp-content/files_mf/1390235249Francia_Tendencias_Alimentos_2013.pdf (Consultado 24 de febrero 2018).
- PromPerú. 2013. El mercado de productos naturales, para la industria de Alimentos Funcionales, Cosmética y Farmacéutica en Suiza. Informe Especializado. Perú
- Quintero, R. 1990. Importancia de la Biotecnología. En: Memorias Seminario Posibilidades de Inversión en Biotecnología en Colombia y en América. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. P. 2-12.
- REN21 - Renewable Energy Policy Network for the 21 Century. 2016. Energías Renovables 2016, Reporte de la Situación Mundial. ISBN 978-3-9818107-3-8. Francia.
- Research & Reports. 2017. Global Biological Organic Fertilizer Market Professional Survey Report 2017. R&R. USA.
- Rintoul, I. 2014. Biomateriales. Conicet. Argentina.
- Rodrigues, R.A. & J.H. Accarini. 2004. Brazil's Biodiesel Program. In: Biofuels in Brazil: realities and prospects. Ministry of External Relations of Brazil. Brasilia, Brazil.
- Rodríguez, A., Mondaini, A. O., & Hirschfeld, M. A. 2017. Bioeconomía en América Latina y el Caribe Contexto regional y perspectivas. Serie Desarrollo Productivo y Empresarial No. 215, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/TS.2017/96, Santiago de Chile.
- Rodríguez, A., Meza, L. & Cerecera, F. 2015. Investigación científica en agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe. Documento de Proyecto No. 657, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), , LC/W.657, Santiago de Chile.
- Rosenstein-Rodan, P. - 1961 - Notes on the Theory of the 'Big Push'. In: Ellis, H.S., Wallich, H.C. _Eds., Economic Development for Latin America. St. Martin's Press, New York.
- Rumbo Minero. 2011. El mercado de los bonos de carbono en el Perú. Informe 2011. p 360-363.
- Samaniego, J.L. - 2016 - ECLAC Presents at COP 22 its Proposal for an Environmental Big Push to Change Production and Consumption Patterns. Presentación en COP 22. En

- <http://www.cepal.org/en/news/eclac-presents-cop-22-its-proposal-environmental-big-push-change-production-and-consumption>
- Sadhukhana, Jhuma; Elias Martinez-Hernandezb, Richard J. Murphya, Denny K.S. Ngc, Mimi H. Hassimd, Kok Siew Nga, Wan Yoke Kine, Ida Fahani Md Jayea, Melissa Y. Leung Pah Hanga. (2017). Role of bioenergy, biorefinery and bioeconomy in sustainable development: Strategic pathways for Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.007>
- Sasson, Albert y Malpica, Carlos. (2017). Bioeconomy in Latin America. *New Biotechnology*, <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.07.007>
- Sauvé, Loic y Viaggi, Davide (2016). Biorefineries in the bio-based economy: opportunities and challenges for economic research. *Bio-based and Applied Economics*, 5 (1): 1-4.
- Sawaya, D. & A. Arundel. 2010. La evolución de la bioeconomía hasta 2030: diseño de una agenda política. Nota d'economía 97-98. 3.er cuatrimestre.
- Schwab, K., Sala-i-Martin. X., Samans, R. & J. Blanke. 2016. The Global Competitiveness Report 2016–2017. World Economic Forum. Geneva. ISBN-13: 978-1-944835-04-0
- Sharry, S.E. 2010. Organismos genéticamente modificados - Un debate abierto. En: Biodiversidad, Biotecnologías y Derecho - Un crisol para la sustentabilidad. Ivone V (Ed.). ARACNE editrice S.r.l., Rome. pp 251-275.
- Sillanpää, Mika y Ncibi, Chaker. (2017). Biorefineries: Industrial-Scale Production Paving the Way for Bioeconomy. En *A Sustainable Bioeconomy, The Green Industrial Revolution*, pp 233-270. DOI 10.1007/978-3-319-55637-6_7
- Silva, E., Escobar, J., Garcia-Nunez, J. A., y Barrera, J. (2016). Bioenergía y biorrefinerías para caña de azúcar y palma de aceite. *Palmas*, 37 (Especial Tomo II), pp. 119-136.
- Soh, L. (2016). Biocombustibles de segunda generación de la biomasa de palma de aceite. *Palmas*, 37 (Especial Tomo II), pp. 137-148.
- Spatial Foresight, SWECO, ÖIR, t33, Nordregio, Berman Group, Infyde. 2017. Bioeconomy development in EU regions. Mapping of EU Member States'/regions' Research and Innovation plans & Strategies for Smart Specialisation (RIS3) on Bioeconomy for 2014-2020. European Comission. Luxemburgo.
- S.Venkata, Mohan; P. Chiranjeevi, Shikha Dahiya y A.Naresh Kumar. (2017a). Waste Derived Bioeconomy in India: A Perspective. *New Biotechnology* (Accepted Manuscript). <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.06.006>
- S.Venkata Mohan, J. Annie Modestra, K. Amulya, Sai Kishore Butti, G.Velvizhi. (2017b). A Circular Bioeconomy with Biobased Products from CO2 Sequestration. *Trends in Biotechnology, Volume 34*, Issue 6, June 2016, Pages 506-519, <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2016.02.012>
- S. Venkata Mohan y otros (2016). Waste biorefinery models towards sustainable circular bioeconomy: Critical review and future perspectives. *Bioresource Technology*, 215: 2–12.
- Techanvio. 2016. [Global Cosmeceuticals Market 2017-2021](#). Technavio's market research. UK.
- TEEB. 2015. TEEB for Agriculture & Food: an interim report, United Nations Environment Programme, Geneva, Switzerland.
- The Economist. 2014. Sheikhs v shale. Disponible en: <https://www.economist.com/news/leaders/21635472-economics-oil-have-changed-some-businesses-will-go-bust-market-will-be.com> (Consultado julio 17 de 2017)
- White House. 2014 - National Bioeconomy Blueprint. The White House Washington DC. USA.
- Transparency Market Research. 2015. Organic Personal Care Products Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2014 - 2020
- Trigo, E., Regunaga, M., Costa, R., Wierny, M. M. & A. Coremberg. 2015. La bioeconomía argentina: alcances, situación actual y oportunidades, para el desarrollo sustentable.” Bolsa de Cereales de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://www.bolsadecereales.com/ver-bioeconomia-580>
- Trigo, E.J; Henry, G; Sandres, J., Schurr, U., Ingelbrecht, I., Revel, C., Santana, C. & P. Rocha. 2014. En: *Hacia un Bioeconomía en América Latina y el Caribe en asociación con Europa*. Editora: Elizabeth Hodson de Jaramillo. 1ª ed. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Pág. 17-46. Bogotá.
- Trigo, E., Regúnaga, M., Aquaroni, M., Giménez, F & J. Peña Farinaccia. 2012. Biorrefinerías en la República Argentina: análisis del mercado potencial para las principales cadenas de valor. MINCYT, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, R. Argentina, 2012.

- UEBT & UNIDO. 2016. Taller sobre Cosméticos e ingredientes naturales; mercado, tendencias y pasos para ser una empresa de biocomercio ético. UNIDO, Clúster Bogotá Cosméticos.
- United Nations. 2017. World Population Prospect: The 2017 revision. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Disponible en: <http://esa.un.org/wpp/>
- UNCTAD. 2016a. Facilitating BioTrade in a Challenging Access and Benefit Sharing Environment. United Nations. Switzerland. NCTAD/WEB/DITC/TED/2016/4. Disponible en: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/webditcted2016d4_en.pdf (Consultado agosto 18 de 2017).
- UNCTAD. 2016b. Report of the III BioTrade Congress Biodiversity and Trade: Promoting sustainable use through Business engagement. United Nations. UNCTAD/DITC/TED/2015. Disponible en: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ditcted2015d2_en.pdf (consultado agosto 18 de 2017).
- UNCTAD. 2016c. Introducción a las medidas no arancelarias (MNA). Taller Identificación de Barreras al comercio de productos colombianos de Biocomercio y otros derivados de la Biodiversidad. Bogotá Agosto 22 y 23 de 2016
- UNCTAD. 2015. Clasificación internacional de medidas no arancelarias. Naciones Unidas. Disponible en: http://unctad.org/meetings/en/SesionalDocuments/ditctab20122_es.pdf (Consultado octubre 15 de 2017)
- UNCTAD. 2012. Trade and Biodiversity: the biotrade experiences in Latin America. United Nations. Switzerland. UNCTAD/DITC/TED/2010/3. Disponible en: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ditcted201003_en.pdf. (consultado agosto 18 de 2017).
- UNCTAD. 2007. BioTrade Initiative, Principles and Criteria. Geneva, New York. Disponible: http://www.biotrade.org/Resources/Publications/UNCTAD_BT_PC_en.pdf (Consultado agosto 18 de 2017).
- European Commission (2005). *New Perspectives on the Knowledge-Based Bio-Economy*. European Commission, Brussels, Belgium.
- European Commission (2012). *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*. Directorate-General for Research and Innovation. European Commission, Brussels. http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/bioeconomycommunicationstrategy_b5_brochure_web.pdf.
- European Commission (2010). The European Bioeconomy in 2030: Delivering Sustainable Growth by addressing the Grand Societal Challenges. White Paper, European Commission's Seventh Framework Programme (FP7). (<http://www.epsoweb.org/file/560>).
- Vaz Jr., Sílvia. (2017). Sugarcane-Biorefinery. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, pp 1-12.
- Vincent, Julian F.V.; Bogatyreva, Olga A.; Bogatyrev, Nikolaj R.; Bowyer, Adrian; Pahl, Anja-Karina - 2006 - Biomimetics: its practice and theory. *Journal of The Royal Society Interface*, 3 (9): 471–482. doi:10.1098/rsif.2006.0127.
- Villaromero. 2015. Petrodólares, Biodólares, Bioeconomía. ¿Cuánto cuesta un gen? Disponible en: <https://libreriametagenomica.wordpress.com/2015/01/01/2015-petrodollars-biodollars-bioeconomia-cuanto-cuesta-un-gen/> (Consultado julio 17 de 2017).
- Visser, C.L.M. de; Ree, R. van. (2016). *Small-scale Biorefining*. Wageningen University & Research.
- von Braun, J. 2015. Bioeconomy - Science and Technology Policy to Harmonize Biologization of Economies with Food Security. In: D. Sahn (ed.) *The Fight Against Hunger and Malnutrition*. Oxford University Press pp 240-262
- Wang, Ruiyan; Cao, Qin; Zhao, Qiuwei; y Li, Yin. 2017. Bioindustry in China: An Overview and Perspective. *New Biotechnology*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nbt.2017.08.002>.
- Willer, H. & J. Huber. 2017. The World of Organic Agriculture (Session at the BIOFACH 2017). Paper at: BIOFACH Congress 2017, Nuremberg, Germany, February 15, 2017.
- White House, the. 2012. National Bioeconomy Blueprint. The White House, Washington D.C.
- WinterGreen Research. 2016. Agricultural Drones Market Shares, Strategies, and Forecasts, Worldwide, 2016 to 2022. WinterGreen Research, Inc. Lexington, Massachusetts
- Xerfi. 2014. <http://www.lsa-conso.fr/les-pistes-pour-booster-le-marche-des-aliments-sante-etude-xerfi-precepta.136236> (Consultado agosto 16 de 2017)
- <http://Bio-step.eu> (consultado julio 2017)
- <http://es.unesco.org/sdgs> (consultado julio 2017)
- <http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/biotechnologia/ogm/> (consultado agosto 2017)
- <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf> (consultado julio 2017)

Las presentaciones del Seminario Regional Bioeconomía América Latina y el Caribe 2018 pueden verse a través del siguiente link: http://conferencias.cepal.org/bioeconomia_AL/



La bioeconomía promueve nuevas formas de organización de las cadenas de valor asociadas a la biodiversidad (biocadenas) y la generación de flujos de economía circular. Busca reducir la dependencia de los recursos fósiles y fomenta la producción y utilización intensiva del conocimiento que se tiene de los recursos, procesos y principios biológicos. Se trata de un motor fundamental para redefinir las relaciones entre el sector agropecuario, la biomasa y la industria.

Un gran impulso ambiental es producto de la reorientación coordinada de políticas, inversiones, regulaciones, régimen de impuestos y otros hacia el crecimiento económico, la generación de empleos y el desarrollo de cadenas productivas sumados a la disminución de la huella ambiental. En este documento se identifican factores institucionales, regulaciones y barreras de acceso al mercado que limitan el flujo de inversiones y la coordinación de políticas que contribuirían a un gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe mediante el desarrollo de la bioeconomía.