

DESARROLLO PRODUCTIVO

Bioeconomía en América Latina y el Caribe

Contexto global y regional y perspectivas

Adrián G. Rodríguez
Andrés O. Mondaini
Maureen A. Hitschfeld



NACIONES UNIDAS

CEPAL

DESARROLLO PRODUCTIVO

Bioeconomía en América Latina y el Caribe

Contexto global y regional y perspectivas

Adrián G. Rodríguez
Andrés O. Mondaini
Maureen A. Hitschfeld



NACIONES UNIDAS



Este documento fue preparado por Adrián G. Rodríguez, Jefe de la Unidad de Desarrollo Agrícola, División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), con la colaboración de Andrés Mondaini y Maureen Hitschfeld, Asistentes de Investigación de la misma Unidad.

Se agradece también el apoyo brindado por Sarah Nunes en las etapas iniciales del documento.

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

ISSN 1680-8754 (versión electrónica)

ISSN 1020-5179 (versión impresa)

LC/TS.2017/96

Distribución: Limitada

Copyright © Naciones Unidas, noviembre de 2017. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago

S.17-01022

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.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	7
Introducción	9
I. ¿Qué es la bioeconomía?	13
A. Origen del concepto	13
B. Elementos de la bioeconomía.....	16
1. Recursos biológicos	16
2. Procesos y principios biológicos	16
3. Nuevos conocimiento y nuevas tecnologías.....	17
C. Bioeconomía y nuevos paradigmas productivos	18
1. Biorrefinerías	18
2. Sistemas productivos de ciclo cerrado	19
D. Flujos de materiales, procesos productivos y producción de bienes y servicios	20
E. Una red de redes de valor de base biológico (ilustración).....	24
II. La bioeconomía como marco de políticas	27
A. Un enfoque integrador de políticas	27
B. Bioeconomía y la Agenda de Desarrollo 2030.....	28
C. Políticas para la bioeconomía alrededor del mundo.....	29
1. Contexto general	29
2. Estrategias en Europa.....	32
3. Estrategias en el resto del mundo.....	34
D. Aspectos de institucionalidad y gobernanza en estrategias dedicadas de bioeconomía	37
III. La bioeconomía en América Latina y el Caribe: potencial y marcos de políticas	39
A. El potencial	39
1. Recursos biológicos estratégicos.....	39
2. Especialización inteligente, innovación y cambio estructural con enfoque de sostenibilidad	44
3. Pertinencia del concepto para las políticas de desarrollo agrícola y rural.....	45
B. Rutas para el desarrollo de la bioeconomía.....	45

C.	Marcos de políticas relevantes para la bioeconomía	47
1.	Marcos institucionales y de políticas en innovación	48
2.	Políticas de desarrollo sostenible relacionadas	48
3.	Promoción y regulación de la biotecnología	49
4.	Biodiversidad y forestal	50
5.	Bioenergía y uso de desechos	50
D.	Incentivos	51
E.	El papel del sector privado	52
IV.	 La importancia económica de la bioeconomía: aporte a las exportaciones	55
A.	Metodología para el análisis.....	55
B.	La bioeconomía y la estructura de las exportaciones.....	56
C.	Perfil de las exportaciones de la bioeconomía	60
D.	Competitividad de las exportaciones de la bioeconomía	61
V.	 Oportunidades y desafíos	63
A.	Las oportunidades	63
B.	Los desafíos.....	64
	Bibliografía	69
	Anexos	73
Anexo I	Bioeconomía alrededor del mundo	75
Anexo II	Institucionalidad relevante para el desarrollo de la bioeconomía en 10 países de América Latina y el Caribe (leyes, políticas, programas).....	79
Anexo III	Anexo estadístico sobre exportaciones de la bioeconomía en América Latina y el Caribe	87
	Serie Desarrollo Productivo: números publicados	94

Cuadros

Cuadro 1	Relación entre el Programa Bioeconómico Mínimo de Geogescu-Roegen (1975) y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (2015)	14
Cuadro 2	Definiciones de Bioeconomía	15
Cuadro 3	Sub-redes de valor de base biológico de la bioeconomía hipotética en Diagrama 3	25
Cuadro 4	Algunas estrategias dedicadas o relacionadas con la bioeconomía alrededor del mundo	30
Cuadro 5	Principales elementos de algunas estrategias nacionales dedicadas de bioeconomía en Europa	33
Cuadro 6	Lista de cultivos mesoamericanos domesticados	40
Cuadro 7	Empresas de base bioeconómica desarrolladas por jóvenes innovadores	43
Cuadro 8	Noticias en la prensa sobre iniciativas a partir del uso de desechos, en Argentina, Chile y México	43
Cuadro 9	Rutas para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina	46
Cuadro 10	América Latina y el Caribe, 10 países: marcos institucionales en innovación	48
Cuadro 11	América Latina y el Caribe, 10 países: marcos institucionales en estrategias relacionadas	49
Cuadro 12	América Latina y el Caribe, 10 países: marcos institucionales en biotecnología	49
Cuadro 13	América Latina y el Caribe, 10 países: marcos institucionales en biodiversidad y forestal	50
Cuadro 14	América Latina y el Caribe, 10 países: marcos institucionales en bionergía y manejo de desechos	50
Cuadro 15	América Latina y el Caribe, 12 países: incentivos para la promoción de la bioeconomía.....	51
Cuadro 16	América Latina y el Caribe, 10 países: institucionalidad privada en ámbitos relevantes para el desarrollo de la bioeconomía	52

Cuadro 17	América Latina y el Caribe: composición de las exportaciones por tipo de economía, sectores de bioeconomía y países	59
Cuadro 18	América Latina y el Caribe (22 países): coeficientes de intensidad de las exportaciones de la bioeconomía, 2010 - 2015	60
Cuadro 19	América Latina y el Caribe (14 países): ventajas comparativas reveladas en las exportaciones de productos de la bioeconomía, 2010-2015	62
Cuadro A.1	Iniciativas sobre bioeconomía y temas relacionados alrededor del mundo	75
Cuadro A.2	Marco institucional de políticas de la Unión Europea en bioeconomía	77
Cuadro A.3	Órganos Nacionales de Ciencia y Tecnología	79
Cuadro A.4	Leyes de Ciencia y Tecnología	79
Cuadro A.5	Planes Nacionales de Ciencia y Tecnología	79
Cuadro A.6	Sistemas Nacionales de Innovación	80
Cuadro A.7	Consejos de Competitividad	80
Cuadro A.8	Estrategias de crecimiento verde	80
Cuadro A.9	Agricultura sostenible	80
Cuadro A.10	Ganadería sostenible	80
Cuadro A.11	Acuicultura sostenible	81
Cuadro A.12	Agricultura familiar	81
Cuadro A.13	Comercio verde	81
Cuadro A.14	Estrategias/programas de cambio climático	81
Cuadro A.15	Promoción de la biotecnología	82
Cuadro A.16	Leyes de bioseguridad	82
Cuadro A.17	Comisiones asesoras en biotecnología o bioseguridad	82
Cuadro A.18	Leyes obtenciones vegetales y similares	82
Cuadro A.19	Leyes del ambiente	83
Cuadro A.20	Leyes de biodiversidad /Vida Silvestre	83
Cuadro A.21	Estrategias Nacionales Biodiversidad	83
Cuadro A.22	Leyes forestales	84
Cuadro A.23	Incentivos forestales	84
Cuadro A.24	Comisiones Forestales	84
Cuadro A.25	Pago por Servicios Ambientales	84
Cuadro A.26	Instituto/Oficinas de Semillas	85
Cuadro A.27	Ley/Programa Biocombustibles	85
Cuadro A.28	Leyes/programas energías renovables	85
Cuadro A.29	Leyes/Políticas de residuos sólidos	86
Cuadro A.30	Promoción del uso de los residuos	86
Cuadro A.31	Ratificación de Acuerdos Ambientales Globales	86
Cuadro A.32	Clasificación del Sistema Armonizado a dos dígitos, según grandes sectores económicos	87
Cuadro III.33	América Latina y el Caribe (22 países): contribución a las exportaciones regionales de la bioeconomía, por rubros y exportaciones totales 2000-2015	93

Gráficos

Gráfico 1	América Latina y el Caribe: composición de las exportaciones por tipo de economía y países	57
Gráfico 2	América Latina y el Caribe: relación entre las exportaciones de la bioeconomía, las exportaciones de manufacturas y las exportaciones de la economía minera y fósil, por países	58

Recuadros

Recuadro 1	Registros sobre biorrefinerías y temas relacionados en Google Académico, 2005-2016	19
------------	--	----

Recuadro 2	Principales hallazgos del estudio de la FAO sobre sostenibilidad de las estrategias de bioeconomía.....	31
Recuadro 3	Biotecnología y bioindustria en la R. P. China.....	31
Recuadro 4	Recomendaciones del Consejo Alemán para la bioeconomía sobre áreas prioritarias de investigación en bioeconomía	34
Recuadro 5	Registros sobre bioplásticos, bioproductos y temas relacionados en Google Académico, 2005-2016	44
Recuadro 6	Hacia una bioeconomía global	65

Diagramas

Diagrama 1	Políticas para la bioeconomía alrededor del mundo	10
Diagrama 2	Elementos de la bioeconomía.....	16
Diagrama 3	Una visión estilizada de la bioeconomía asociada a la agricultura y la agroindustria	21
Diagrama 4	La interpretación de la bioeconomía con perspectiva de red.....	24
Diagrama 5	Bioeconomía y la Agenda de Desarrollo 2030	28
Diagrama 6	Institucionalidad y políticas para la bioeconomía	67

Resumen

Se plantea que una bioeconomía es *a) una economía basada en el consumo y la producción de bienes y servicios derivados del uso directo y la transformación sostenibles de recursos biológicos, incluyendo los desechos biogénicos generados en los procesos de transformación, producción y consumo, b) aprovechando el conocimiento de los procesos y principios biológicos y c) las tecnologías aplicables al conocimiento y transformación de los recursos biológicos y a la emulación de procesos y principios biológicos*. Se destaca la pertinencia de la bioeconomía en América Latina y el Caribe, como alternativa para un crecimiento con desacople de emisiones, que contribuya a la diversificación productiva, especialmente en los sectores agrícola y agroindustrial. Se subraya el potencial de los recursos de la (agro) biodiversidad, la capacidad para producir biomasa para diversos usos, además de alimentos, y la disponibilidad de desechos agrícolas y agroindustriales. Se enfatiza la relevancia del enfoque para, entre otros, fomentar y potenciar capacidades y fortalecer la colaboración en biotecnología y otras tecnologías habilitantes, potenciar desarrollos en bioenergía, diversificar la base económica de las economías regionales, incrementar la agregación de valor a la producción primaria, y orientar acciones de mitigación, reducción de emisiones y adaptación al cambio climático a lo largo de las cadenas de valor vinculadas a los recursos biológicos y a los sistemas alimentarios. La elaboración de políticas para el desarrollo de la bioeconomía demanda la articulación y el alineamiento de marcos institucionales, regulatorios y de incentivos, en pos de una visión nacional. En función de la elaboración de políticas se destaca la importancia de conocer: las dotaciones, características y localización de recursos biológicos; las capacidades en investigación y desarrollo y el entorno para despliegue y la difusión de las innovaciones y la protección del conocimiento; y el potencial y desarrollo de mercados y la aceptación por parte de los consumidores.

Introducción

La bioeconomía ha ganado importancia durante la última década como marco de referencia para el diseño e implementación de políticas de desarrollo productivo e innovación (ver diagrama 1). Sobre todo, ante la necesidad de transitar a formas de producción en las que se minimice o elimine la generación de desechos y el uso de combustibles fósiles (por ejemplo, Adamowicz, 2017 y Dubois y Gomez, 2016).

Pese a su potencial para América Latina y el Caribe (ALC), el concepto de bioeconomía ha recibido poca atención en las políticas públicas de los países de la región. A la fecha no existen estrategias dedicadas de bioeconomía¹, como sí es el caso en otras regiones, sobre todo en Europa. Pero sí existen iniciativas que pueden servir de base para su desarrollo; por ejemplo, en los ámbitos de la bioenergía, biotecnología, biodiversidad y servicios ambientales, entre otras (ver Sección III). No obstante, el tema está empezando a posicionarse en la agenda pública en varios países de la región.

La iniciativa más concreta es la de Argentina, en donde se ha planteado un proceso nacional para el desarrollo de una estrategia marco y estrategias regionales de bioeconomía, vinculadas al concepto de territorios inteligentes². En Colombia, el Presidente Juan Manuel Santos, en un foro sobre biodiversidad, realizado en septiembre de 2016, manifestó que —Efin 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”³. Y más recientemente, en el Ecuador, el recién asumido 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”⁴.

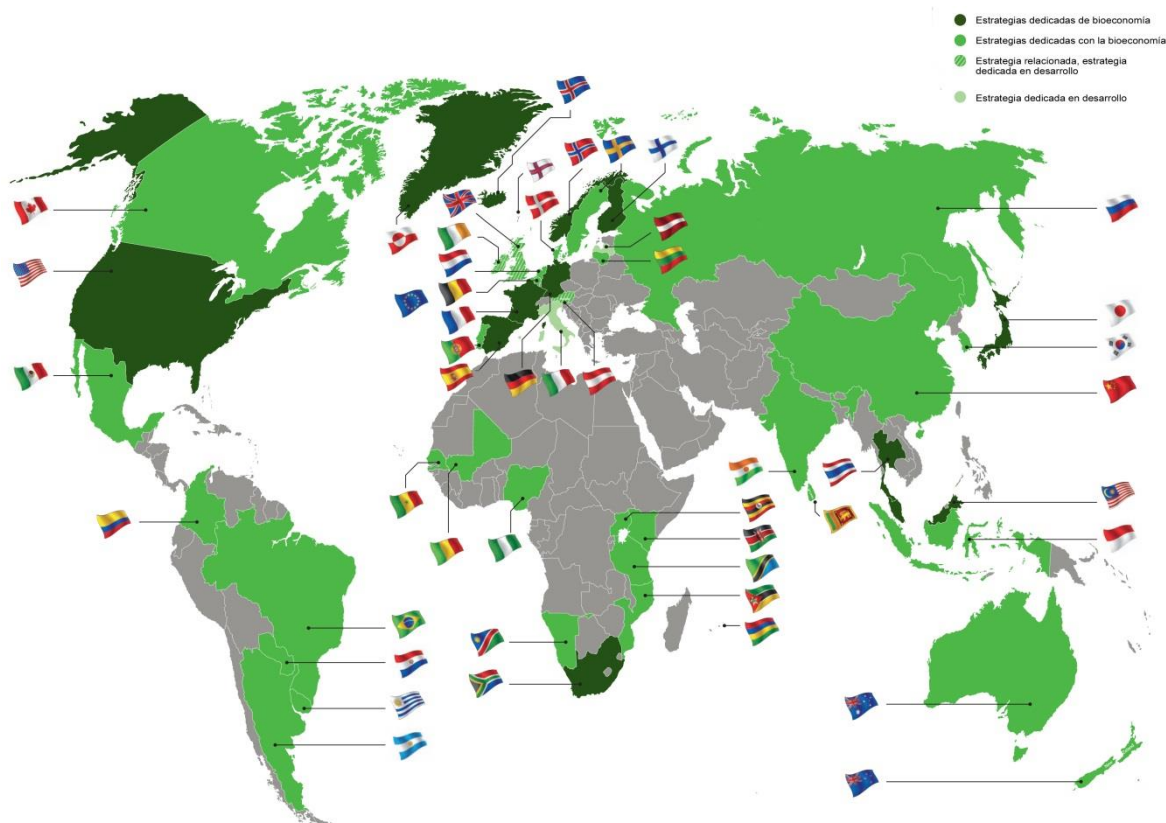
¹ Una estrategia dedicada de bioeconomía es aquella orientada explícitamente al desarrollo de la bioeconomía (i.e. la bioeconomía como tal es su eje articulador).

² <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/>.

³ 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>).

⁴ 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/>).

Diagrama 1
Políticas para la bioeconomía alrededor del mundo
Estrategias dedicadas, parciales o en desarrollo



Fuente: Reproducido con autorización del German Bioeconomy Council.

El objetivo de este documento es contribuir a incrementar el conocimiento del tema en la región, sobre todo sus alcances como marco de referencia para las políticas públicas de desarrollo e innovación y que contribuyen al cambio estructural (CEPAL 2015). Entendemos que una bioeconomía es *(a) una economía basada en el consumo y la producción de bienes y servicios derivados del uso directo y la transformación sostenibles de recursos biológicos y de los desechos biogénicos que se generan en los procesos de transformación, producción y consumo, (b) aprovechando el conocimiento de los procesos y principios biológicos y (c) las tecnologías aplicables al conocimiento y transformación de los recursos biológicos y a la emulación de procesos y principios biológicos.*

El contenido del documento se organiza en seis secciones adicionales. La primera sección busca responder a la pregunta de ¿qué es la bioeconomía?; aborda aspectos relacionados con el origen del concepto, se destacan sus elementos y su vínculo con nuevos paradigmas productivos, y se caracterizan los flujos de materiales, procesos productivos y producción de bienes y servicios en la bioeconomía, que es caracterizada como una red de redes de valor de base biológico.

La segunda sección analiza la bioeconomía como marco de políticas, destacando la naturaleza integradora del concepto y su relación con la Agenda de Desarrollo 2030 para el Desarrollo Sostenible; también se revisan estrategias de bioeconomía alrededor del mundo.

La tercera sección evalúa el potencial y la institucionalidad que existen en América Latina y el Caribe para el impulsar la bioeconomía, identificando recursos estratégicos y rutas para su desarrollo, marcos de política relevantes, incentivos en las políticas públicas y actores relevantes en el sector privado.

La cuarta presenta información sobre la importancia económica de la bioeconomía, a partir del análisis de la composición de las exportaciones en 32 países de ALC. Se identifican perfiles de exportaciones de la bioeconomía y se presenta un análisis preliminar de competitividad.

Finalmente, la quinta sección identifica oportunidades y desafíos para el desarrollo de la bioeconomía en ALC, destacando que la elaboración de políticas para su desarrollo demanda la articulación y el alineamiento de marcos institucionales, regulatorios y de incentivos, en pos de una visión nacional.

La cuarta sección tiene como objetivo presentar una primera aproximación al estudio de la importancia económica de la bioeconomía en la región. El análisis de este tema se amplía en un documento que se espera publicar en los próximos meses. Con éste y otros documentos se busca aportar información relevante sobre la bioeconomía en la región, que contribuya al conocimiento del concepto y de su potencial y a la vez sirva de apoyo para la formulación de políticas para su desarrollo.

I. ¿Qué es la bioeconomía?

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 desigual*⁵.

En un artículo seminal, publicado en enero de 1975, en el *Southern Economic Journal* Georgescu-Roegen (pp. 377-378) plantea lo que denomina un *programa bioeconómico mínimo*, que incluye 8 acciones:

- *Primero*, la producción de todos los instrumentos de la guerra, no sólo de la guerra misma, debería prohibirse por completo.
- *Segundo*, a través del uso de los recursos asociados a la guerra que se liberan, así como de medidas adicionales bien planificadas y bien intencionadas, los países subdesarrollados deben ser ayudados para que lleguen lo más rápidamente posible a una buena vida (no de lujo).
- *Tercero*, la humanidad debe reducir gradualmente su población a un nivel que podría ser alimentado adecuadamente solamente por la agricultura orgánica.
- *Cuarto*, hasta que el uso directo de la energía solar se convierta en una conveniencia general o se logra la fusión controlada, el desperdicio de energía —por recalentamiento, enfriamiento excesivo, exceso de velocidad, exceso de iluminación, etc.— deben ser cuidadosamente evitado, y si es necesario, estrictamente regulado.
- *Quinto*, debemos curarnos del deseo morboso de artilugios extravagantes.
- *Sexto*, también tenemos que deshacernos de la moda.

⁵ 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).

- *Séptimo*, es necesario que los bienes duraderos se manufacturen aún más duraderos, al estar diseñados de manera que sean reparables.
- *Octavo*, tenemos que llegar a darnos cuenta de que un prerrequisito importante para una buena vida es una cantidad sustancial de ocio que se pueda emplear de manera inteligente.

Es notable la similitud entre este programa bioeconómico mínimo⁶, planteado Georgescu-Roegen en 1975, y la esencia y espíritu de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (más sobre este tema en la sección II.B). No es exagerado argumentar que la Agenda 2030 captura la esencia del planteamiento Georgescu-Roegeniano, y que por lo tanto, es intrínsecamente bioeconómica (cuadro 1).

Cuadro 1
Relación entre el Programa Bioeconómico Mínimo de Georgescu-Roegen (1975)
y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (2015)

Programa Bioeconómico Mínimo de Georgescu-Roegen (1975)	Objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (2015)
<i>Primero</i> , la producción de todos los instrumentos de la guerra, no sólo de la guerra misma, debería prohibirse por completo	ODS 16: Promover sociedades, justas, pacíficas e inclusivas ODS 17: Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible
<i>Segundo</i> , a través del uso de los recursos asociados a la guerra que se liberan, así como de medidas adicionales bien planificadas y bien intencionadas, los países subdesarrollados deben ser ayudados para que lleguen lo más rápidamente posible a una buena vida (no de lujo).	ODS 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo ODS 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible ODS 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades ODS 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos ODS 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos ODS 17: Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible
<i>Tercero</i> , la humanidad debe reducir gradualmente su población a un nivel que podría ser alimentado adecuadamente solamente por la agricultura orgánica	
<i>Cuarto</i> : hasta que el uso directo de la energía solar se convierta en una conveniencia general o se logra la fusión controlada, el desperdicio de energía —por recalentamiento, enfriamiento excesivo, exceso de velocidad, exceso de iluminación, etc.— deben ser cuidadosamente evitado, y si es necesario, estrictamente regulado.	ODS 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos
<i>Quinto</i> , debemos curarnos del deseo morboso de artilugios extravagantes.	ODS 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles
<i>Sexto</i> , también tenemos que deshacernos de la moda	
<i>Séptimo</i> , es necesario que los bienes duraderos se manufacturen aún más duraderos, al estar diseñados de manera que sean reparables.	ODS 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación ODS 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles
<i>Octavo</i> , tenemos que llegar a darnos cuenta de que un prerrequisito importante para una buena vida es una cantidad sustancial de ocio que se pueda emplear de manera inteligente.	ODS 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles

Fuente: Elaboración propia.

⁶ Es importante destacar la relevancia de los planteamientos de Georgescu-Roegen en este artículo, que como él mismo destaca, presenta la sustancia de exposiciones y planteamientos que había venido realizando en numerosas ocasiones, desde 1972.

La Agenda 2030 incluye 7 de los 8 elementos del programa bioeconómico mínimo de Georgescu-Roegen (excepto el referente a la reducción de la población). Y los únicos ODS no abarcados por el programa bioeconómico mínimo son los referentes a temas ambientales (ODS 13, ODS 14 y ODS 14), a temas de género (ODS 5), a temas de empleo y crecimiento (ODS 8) y al tema de la desigualdad. Con la excepción del empleo y el crecimiento; y los demás casos se refieren a preocupaciones que se han incorporado más recientemente a la agenda de desarrollo (por ejemplo, temas ambientales, de género y de desigualdad). Además, la definición de la bioeconomía destacando el origen biológico de los procesos económico implícitamente hace referencia a las preocupaciones expresadas en el ODS 14 (recursos marinos) y el ODS 15 (recursos terrestres).

En la recuperación del concepto de bioeconomía para la política pública por parte de la Unión Europea pueden identificarse al menos cuatro hitos (McCormick y Kautto, 2013).

- La conferencia "*New perspectives in the knowledge-based bio-economy*", realizada en Bruselas en 2005, organizada en colaboración con la Presidencia del Reino Unido (European Commission, 2005).
- La conferencia "*En Route to the Knowledge-Based Bio-Economy*", organizada en Colonia en 2007 bajo la Presidencia alemana, en la cual se presenta el documento conocido como *The Cologne Paper*, en el cual se plantea una estrategia para el desarrollo de "*Una bioeconomía basada en el conocimiento*" en los próximos 20 años.
- La publicación del documento "*The European Bioeconomy in 2030*" (European Commission, 2010) en 2010; y
- El lanzamiento de la estrategia europea de bioeconomía, en febrero de 2012, "*Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*" (European Commission, 2012).

En ese contexto también es relevante destacar el documento de la OECD de 2009, *The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda* (OECD, 2009).

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 que se han desarrollado durante la evolución de la vida en el planeta. La conceptualización actual que consideramos más integral es la que hace el Consejo Alemán para la Bioeconomía (ver cuadro 2).

Cuadro 2
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

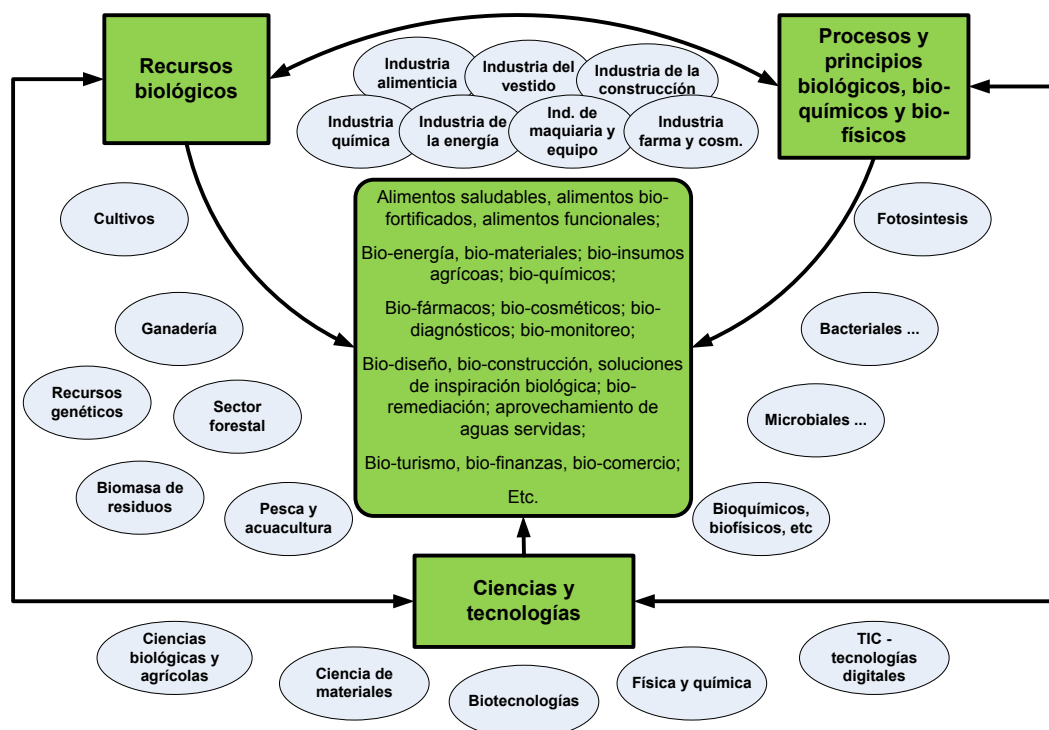
El consejo percibe la bioeconomía como la producción basada en el conocimiento y la utilización de recursos, principios y procesos biológicos, para proveer productos y servicios a todos los sectores del comercio y la industria dentro del contexto de un sistema económico adecuado para el futuro"

Fuente: Elaboración propia.

B. Elementos de la bioeconomía

Los elementos centrales de la bioeconomía son los recursos, procesos y principios biológicos, así como todas las tecnologías —convencionales y modernas— asociadas a su conocimiento, desarrollo, emulación, transformación o regeneración. La articulación entre dichos elementos se ilustra en el diagrama 2.

Diagrama 2
Elementos de la bioeconomía



Fuente: Elaboración propia.

1. Recursos biológicos

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.

2. Procesos y principios biológicos

El concepto de **biomimetismo** (Vincent et al., 2006) se refiere a la replicación de procesos y principios 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). Su integración explícita al enfoque de la bioeconomía es más reciente (por ejemplo, en la descripción de qué es bioeconomía del Consejo Alemán para la Bioeconomía). Janine Benyus, impulsora del concepto

de biomimetismo durante las últimas dos décadas⁷, y cofundadora del *Biomimicry Institute*⁸ ha definido la biomimética como **Innovación sostenible inspirada por la naturaleza** (Benyus, 1997).

Las aplicaciones del biomimetismo incluyen ámbitos como el diseño arquitectónico (e.g. control de temperatura, iluminación), la reducción del desperdicio y la transformación de desechos en productos útiles, la biorremediación y el tratamiento de desechos, el desarrollo de nuevos materiales, el diseño de vehículos más aerodinámicos, el desarrollo de procesos de auto-ensamblaje, el uso del CO₂ como materia prima, la fotosíntesis artificial, la captura de agua, la degradación paulatina, y el diseño de sistemas de transporte y de comunicación y de procesos de detección y respuesta, entre muchos otros⁹.

Más recientemente Gunter Pauli (2011) ha propuesto el concepto de economía azul, para referirse a la aplicación de los principios de la física, química y biología, tal como lo hacen los ecosistemas naturales para regenerarse. La economía azul va más allá de la preservación, para concentrarse en la regeneración. Pauli postula que *“las industrias basadas en la economía azul [...] se inspiran en la manera en que la naturaleza hace uso de la física y la bioquímica para construir totalidades que funcionan armoniosamente, canalizando la abundancia, transformando sin esfuerzo y reciclando eficientemente sin desechos ni pérdidas de energía”* (p. 35). En sus palabras, el objetivo de la economía azul es *“asegurar que los ecosistemas mantengan su trayectoria evolutiva de manera que todos podamos beneficiarnos del inagotable caudal de creatividad, adaptación y abundancia de la naturaleza”* (p. xxi).

Pauli presenta ejemplos de innovaciones basadas en la aplicación de principios físicos y bioquímicos identificados en la naturaleza, para producir bienes y servicios sin pérdidas de energía. Ejemplos tan diversos como: el diseño de sistemas de control de temperatura en edificios, aplicando los principios para el control de la humedad relativa y temperatura identificados en termiteros en Zimbabue; el tratamiento de aguas residuales, utilizando plantas, peces, setas, algas y bacterias; la extracción de metales sin fundición, utilizando bacterias, por ejemplo, en el procesamiento de desechos electrónicos y en la minería; la degradación de madera para producir papel, utilizando hongos de roya blanca y bacterias; la reducción de la fricción, por ejemplo en la energía eólica y en diseño de automóviles, aplicando las características de las aletas de los cetáceos; y la producción de alimentos y bebidas y combustibles, a partir de desechos agrícolas, entre muchos otros¹⁰.

Los conceptos de biomimetismo (Janine Benyus) y de economía azul (Gunter Pauli) son similares en su base conceptual (esto es, replicar principios y procesos biológicos) y difieren ligeramente en sus ámbitos de aplicación. Así, la bioeconomía azul según Pauli (2011) se circunscribe principalmente al diseño de productos y procesos industriales en los cuales se reducen el gasto de energía y generación de desechos; el biomimetismo abarca también más explícitamente las aplicaciones en el ámbito del diseño arquitectónico. Ambos conceptos son centrales en la bioeconomía, en tanto su base material y energética es biológica.

3. Nuevos conocimiento y nuevas tecnologías

La biotecnología en general y la convergencia tecnológica (en particular entre la biotecnología, la nanotecnología y las tecnologías digitales) 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. También son esenciales para entender y replicar los comportamientos y procesos desarrollados por organismos a lo largo de miles de millones de años de evolución, por ejemplo, para adaptarse a diferentes condiciones ambientales.

⁷ Según Vincent et al. (2006, p. 471), el concepto de biomimética, aplicado a la transferencia de ideas y análogos de la biología a la tecnología fue acuñado por Otto Schmitt en los años cincuenta y lo utilizó por primera vez en un artículo en 1969 (Schmitt, O., *Some interesting and useful biomimetic transforms*, Third International Biophysics Congress, Cambridge, Massachusetts, 29th August to 3rd September, 1969).

⁸ <https://biomimicry.org>.

⁹ Véase, por ejemplo, Janine Benyus 12 sustainable design ideas from nature (<https://www.youtube.com/watch?v=n77BfxnVlyc>), Monterrey, California, febrero 2005; Janine Benyus: Biomimicry in action (https://www.youtube.com/watch?v=k_GFq12w5WU), Charla TED, Oxford, Inglaterra, Julio 2009.

¹⁰ Información detallada en <http://www.theblueeconomy.org/>.

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

Otros ámbitos científicos relevantes para la bioeconomía incluyen disciplinas como la genómica y las omics (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

Un objetivo central de la bioeconomía es reducir el uso de energía y recursos de origen fósil. El concepto de biorrefinería es central en el modelo productivo que impulsa la bioeconomía para alcanzar dicho objetivo. La biorrefinería es el equivalente a una refinería petroquímica, pero se diferencia en que utiliza insumos biológicos (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”.

Se identifican dos tipos de biorrefinerías, dependiendo de su orientación (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 productos, 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, Sadhukkana 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 crecimiento en la producción académica sobre biorrefinerías, y en particular, sobre biorrefinerías y desechos, ha sido explosivo, a tasas anuales acumulativas de alrededor de 30% entre 2005 y 2015 (véase recuadro 1).

El concepto de bioindustria (términos relacionados son “industria de base biológica” y “biomanufactura”) está estrechamente relacionado con el de biorrefinería. 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).

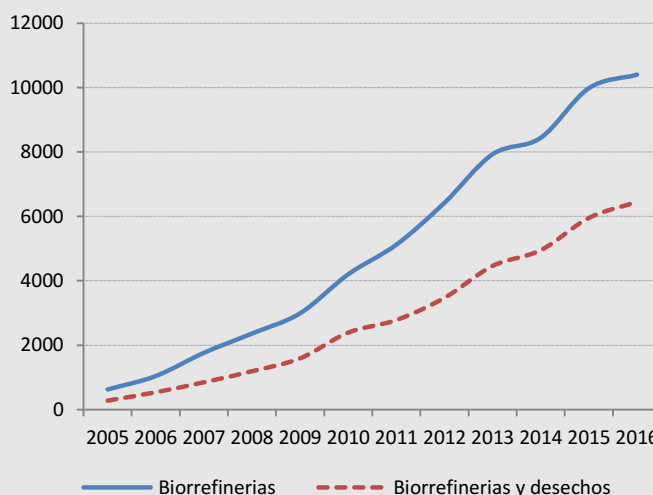
Recuadro 1 Registros sobre biorrefinerías y temas relacionados en Google Académico, 2005-2016

La producción científica en biorrefinerías se ha incrementado sostenidamente y a tasas elevadas durante la última década.

Una aproximación, a partir de datos obtenidos de Google Académico, indica que entre 2005 y 2016 el número de registros conteniendo temas relacionados con biorrefinerías^a creció a una tasa promedio acumulativa anual de 29,2%.

Además, es muy significativo que si en la búsqueda se agrega el término “desechos”^b, la tasa de crecimiento se incrementa a 33,2%.

Gráfico 1
Número de registros en búsquedas por título (Google Académico)



Fuente: Elaboración propia, a partir de búsqueda en Google Scholar el 22 Agosto 2017, a 17.45 GMT.

^a Criterios de búsqueda: biorefinery OR bio-refinery OR biorefineries OR bio-refineries OR bio refinery OR bio refineries OR biorefining

^b Criterio de búsqueda: (biorefinery OR bio-refinery OR biorefineries OR bio-refineries OR bio refinery OR bio refineries OR biorefining) AND waste

2. Sistemas productivos de ciclo cerrado

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.

Frosch y Gallopoulos (1989, p. 144) propusieron el concepto de ecosistema industrial como un modelo de actividad industrial integrado en el cual “el consumo de energía y materiales es optimizado, la generación de desechos minimizada, y los efluentes de un proceso [...] sirven como materia prima para otro proceso”. Este modelo es el opuesto de aquel en el cual “procesos industriales integrados utilizan materias primas y generan productos para ser vendidos y desechos que deben ser dispuestos”. El concepto tiene una base fundamentalmente de ingeniería y enfatiza el estudio de los flujos de materiales y energía en los procesos industriales, pero sin hacer la distinción en el origen de dichos materiales y energía. Desde el punto de vista de la bioeconomía, la ecología industrial se refiere a flujos de materiales y energía de base biológica, mecanismos que se capturan en el concepto de biorrefinería.

El concepto de simbiosis industrial surge durante los años noventa y está asociado a la conceptualización ecosistémica de los procesos industriales propuesta por Frosch y Gallopoulos (1989). El concepto hace más explícita la noción de red dentro del ecosistema industrial. Yap y Devlin (2016) identifican dos orientaciones en la literatura sobre simbiosis industrial. La primera enfatiza que para entender completamente porqué las redes de simbiosis emergen o se desarrollan es necesario una combinación de análisis en los niveles macro (la sociedad), meso (la red) y micro (la empresa). La segunda orientación destaca que para explicar los resultados de los procesos de simbiosis industrial es necesario abarcar las actividades de la red en su conjunto, esto es, la colectividad de las firmas (nivel micro) y de sus organizaciones de apoyo (nivel macro); por ejemplo, instituciones de I & D, reguladores, proveedores de servicios y asociaciones empresariales. La segunda noción destaca que los procesos involucrados en el surgimiento y desarrollo de un proceso de simbiosis industrial son fluidos y los límites entre los diferentes niveles son difusos.

La segunda noción de simbiosis industrial es más cercana al enfoque de la bioeconomía, sobre todo en relación a los conceptos de biorrefinería y de biomimetismo. En el primer caso, porque destaca la relevancia de ver la biorrefinería más allá de solo las relaciones de flujos y materiales, sino también en relación a su contexto social y territorial y a una visión del desarrollo que privilegia la descarbonización y de la cual derivan sus políticas de apoyo, públicas y privadas. En el segundo caso, porque destaca la importancia de los procesos de aprendizaje que se dan en las iniciativas de simbiosis industrial, de la misma manera que lo recoge el concepto de biomimetismo en relación a los procesos naturales y a la replicación de estos en los procesos industriales. Por lo tanto, para la bioeconomía las simbiosis industriales relevantes son aquellas en las que la base de materiales y energía es biológica y en las cuales el aprendizaje también considera procesos que se dan en la naturaleza.

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).

D. Flujos de materiales, procesos productivos y producción de bienes y servicios

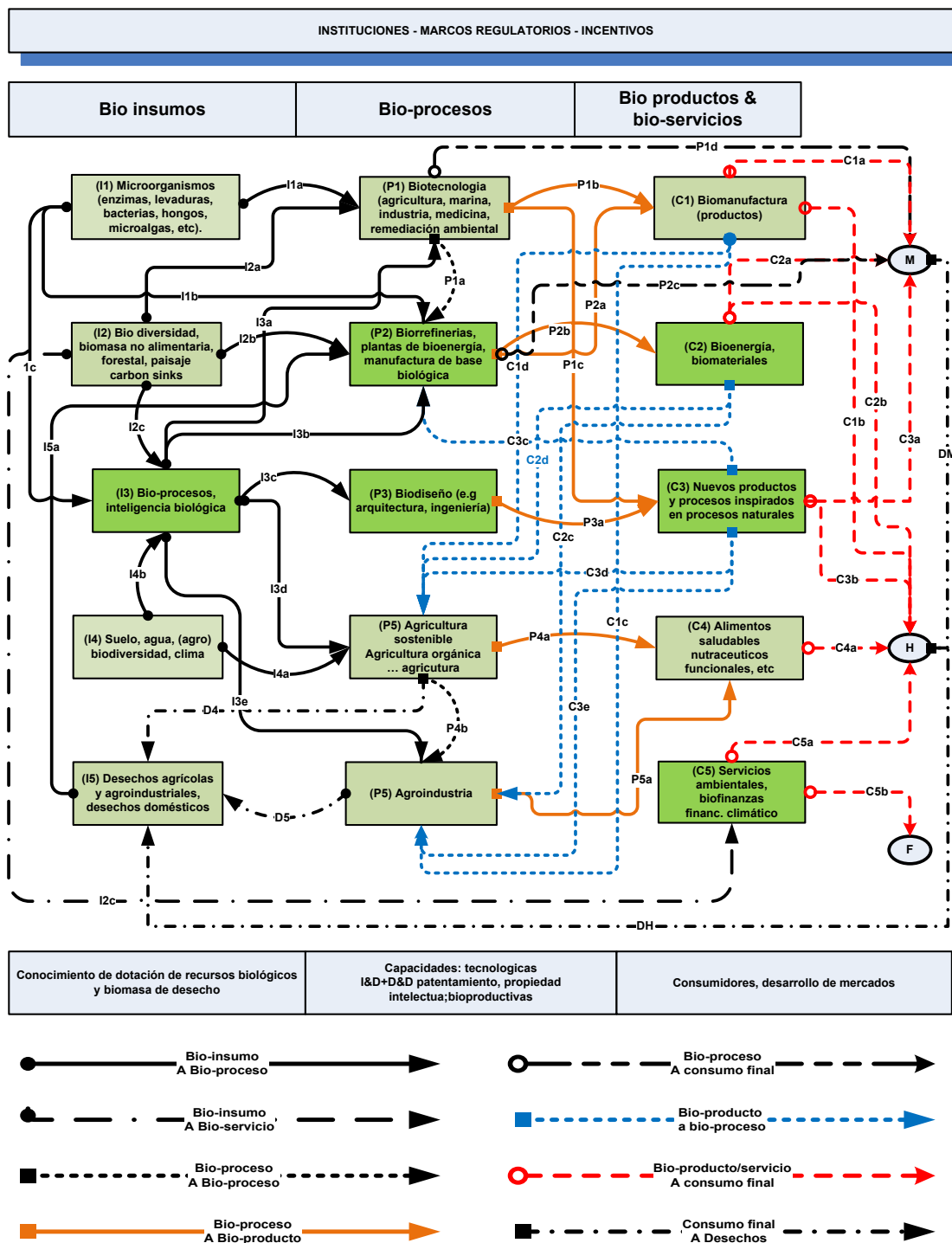
Los recursos biológicos constituyen la base de la bioeconomía. Dado que tales recursos son específicos a su lugar de origen, desde el punto de vista de productivo se puede hablar de bioeconomías, más que de bioeconomía en términos genéricos. Para ilustrar el funcionamiento de la economía bajo una perspectiva bioeconómica, en el diagrama 3 se ilustra el funcionamiento de una bioeconomía hipotética. La ilustración incluye cuatro grupos de conceptos: a) bioinsumos; b) bioprocesos productivos; c) bioproductos y bioservicios, intermedios y finales; y d) usuarios finales de los bioproductos y bioservicios que se producen en la bioeconomía.

Se identifican cinco tipos de bioinsumos:

- I1, microorganismos;
- I2, biodiversidad, biomasa, paisaje y sumideros de carbono;
- I3, procesos y principios biológicos;

- I4, suelo y agua; y
- I5, desechos biomásicos.

Diagrama 3
Una visión estilizada de la bioeconomía asociada a la agricultura y la agroindustria



Fuente: Elaboración propia.

Los bioinsumos son la base de distintos procesos bioproductivos. Por su relación con la agricultura y la agroindustria, en el ejemplo se destacan los siguientes:

- P1, procesos biotecnológicos,
- P2, biorrefinerías y manufactura de base biológica,
- P3, procesos de biodiseño,
- P4, procesos de producción agrícola, y
- P5, procesos de producción agroindustrial.

A partir de esos procesos se generan bienes y servicios finales, o que son insumos para otros sectores:

- i. **C1, bioindustria/bioproductos**, tales como biocidas naturales, biofertilizantes, biofármacos, biocomésticos;
- ii. **C2, bioenergía y biomateriales** (por ejemplo, bioelectricidad y biomateriales de construcción);
- iii. **C3, nuevos productos y procesos** inspirados en procesos naturales (por ejemplo, aplicaciones al diseño de edificios para el control de temperatura y humedad);
- iv. **C4, alimentos**; y
- v. **C5, servicios ambientales y bioservicios** (por ejemplo, captura de dióxido de carbono y bioturismo).

Además, se identifican tres sectores de uso final: otros sectores industriales que pueden utilizar insumos derivados de procesos de manufactura de base biológica (M) (por ejemplo, la industria automotriz); los hogares, como consumidores finales (H); y el sector financiero (F).

En el ejemplo se ilustran diferentes tipos de flujos, destacando:

- De bioinsumos a bioprocesos:
 - I1a, microorganismos en procesos biotecnológicos;
 - I1b, microorganismos en biorrefinerías;
 - I1c, microorganismos en bioprocesos;
 - I2a, biodiversidad en procesos biotecnológicos;
 - I2b, biodiversidad en biorrefinerías;
 - I2c, biodiversidad en bioprocesos;
 - I3a, bioprocesos en procesos biotecnológicos;
 - I3b, bioprocesos en biorrefinerías;
 - I3c, bioprocesos en biodiseño;
 - I3d, bioprocesos en agricultura sostenible;
 - I3e, bioprocesos en la agroindustria;
 - I4a, recursos de suelo y agua en la agricultura sostenible;
 - I4b, recursos de suelo y agua en bioprocesos;
 - I5a, desechos en biorrefinerías.
- De bioinsumos a bioservicios:
 - I2c, pago por servicios ambientales; mercados de carbono;
- Entre bioprocesos:
 - P1a, procesos y productos biotecnológicos para las biorrefinerías;
 - P4b, productos agrícolas para la agroindustria.

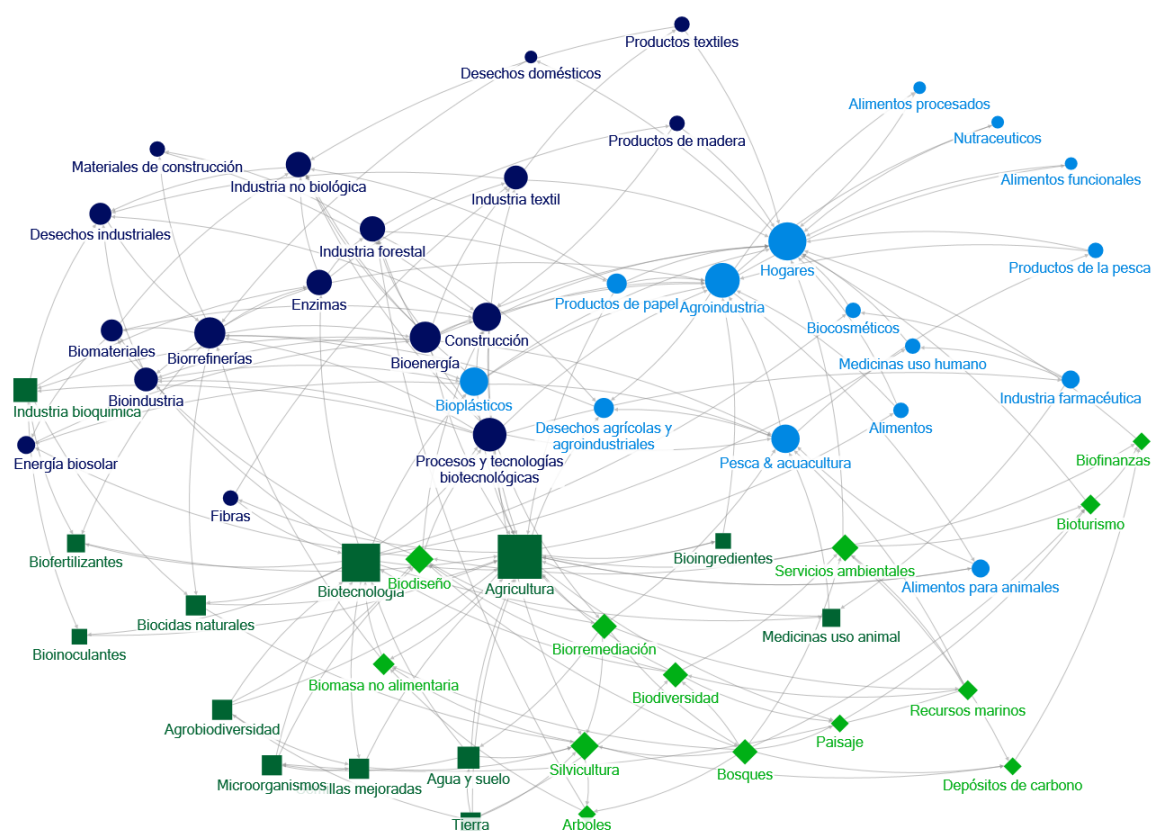
- De bioproceso a bioproducto:
 - P1b, productos y procesos biotecnológicos para la bioindustria;
 - P1c, productos y procesos biotecnológicos para la nuevos productos y procesos inspirados en procesos naturales;
 - P2a, insumos producidos por las biorrefinerías para la bioindustria;
 - P2b, producción de energía y biomateriales a partir de las biorrefinerías
 - P3a, nuevos productos y procesos de biodiseño inspirados en procesos naturales;
 - P4a y P5a, alimentos saludables para consumo humano.
- De bioproceso a consumo final:
 - P1d, productos y procesos biotecnológicos para otras industrias;
 - P2c; bioenergía y biomateriales para otras industrias.
- De bioproducto a bioproceso:
 - C1c, biomanufacturas para la agroindustria;
 - C1d, biomanufacturas para la agricultura;
 - C2c, bioenergía y biomateriales para la agroindustria;
 - C2d, bioenergía y biomateriales para la agricultura;
 - C3c, nuevos productos y procesos de biodiseño inspirados en procesos naturales para las biorrefinerías;
 - C3d, nuevos productos y procesos de biodiseño inspirados en procesos naturales para la agricultura;
 - C3e, nuevos productos y procesos de biodiseño inspirados en procesos naturales para la agroindustria.
- De bioproducto/bioservicio a consumo final:
 - C1a, bioproductos para otras industrias;
 - C1b, bioproductos para los hogares;
 - C2a, bioenergía y biomateriales para otras industrias;
 - C2b, bioenergía y biomateriales para los hogares;
 - C3a, nuevos productos y procesos de biodiseño inspirados en procesos naturales para otros sectores industriales;
 - C3b, nuevos productos y procesos de biodiseño inspirados en procesos naturales para los hogares;
 - C4a, alimentos para los hogares;
 - C5a, servicios biofinancieros a los hogares;
 - C5b, mecanismos financieros asociados a los servicios ambientales.
- Flujos de desechos:
 - DM, desechos de los sectores de manufacturas;
 - DH, desechos de los hogares;
 - D4, desechos de la agricultura;
 - D5, desechos de la agroindustria.

E. Una red de redes de valor de base biológico (ilustración)

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 energética.

El diagrama 4 presenta una interpretación de la bioeconomía con perspectiva de red. Este ejemplo —que intenta ser representativo de lo que podría ser una bioeconomía prototipo latinoamericana vinculada principalmente a la agricultura y a la agroindustria— permite destacar elementos identificados en el diagrama 2, así como relaciones potenciales que existen entre ellos¹¹. La red incluye 58 conceptos, que abarcan bioinsumos, bioprocesos, bioproductos y bioservicios; y 193 pares de relaciones entre ellos.

Diagrama 4
La interpretación de la bioeconomía con perspectiva de red
Interacciones



Fuente: Elaboración propia, utilizando la herramienta NodeXL (<http://nodexl.codeplex.com/>).

La metodología de análisis de redes permite identificar clusters, a partir de la afinidad entre los conceptos. En nuestra red ilustrativa se observan cuatro clusters bien definidos: a) industrias de base biológica y biorrefinerías; b) agroindustria y manufactura de productos para el cuidado de la salud; c) agricultura e industria biotecnológica; y d) economía ambiental. En el cuadro 3 se presentan los conceptos abarcados en cada una de las sub-redes.

¹¹ El conjunto de relaciones identificadas no pretende ser exhaustivo del total de relaciones posibles.

El análisis de redes también provee medidas de la importancia de sus diferentes elementos. Tres conceptos son relevantes: a) la centralidad de grado, que indica la cantidad de vínculos, ya sea hacia adelante o hacia atrás; b) la centralidad de intermediación (*betweenness centrality*), una medida de la importancia de un elemento, por su relación como puente con otros elementos; y c) *ranqueo Page*, que toma en cuenta la importancia de los elementos con los que se relaciona un determinado elemento (para más detalles de la metodología de redes véase Rodríguez, 2017).

En la sub-red de industrias de base biológica destacan como elementos articuladores los procesos y técnicas biotecnológicas, la industria de la construcción, la producción de bioenergía, las biorrefinerías y la industria forestal. En la sub-red de agroindustria y productos para el cuidado de la salud destaca el rol articulador de los hogares (o sea, de los consumidores). En la sub-red agrícola el rol articulador lo tienen la producción agrícola, la biotecnología y la industria bioquímica (proveedora de bioinsumos agrícolas); y en la sub-red de economía ambiental destacan los servicios ambientales, el biodiseño, la silvicultura y los bosques.

Las sub-redes identificadas en la bioeconomía hipotética presentada en el diagrama 4 ilustran posibles rutas para el desarrollo de la bioeconomía, dependiendo de la base de recursos biológicos. Por ejemplo: a) en un país con una agricultura de exportación importante y capacidades en biotecnología. (por ejemplo, Argentina, Brasil) las rutas de agricultura e industria biotecnológica, de agroindustria y cuidado de la salud, y de las biorrefinerías e industrias bio-manufactureras serían más relevantes; b) en una economía en la cual también existen capacidades biotecnológicas y existe un sector forestal relevante (por ejemplo, Chile, Uruguay, Brasil) habría potencial para la vía de las industrias de base biológica y biorrefinerías; c) si el país tiene abundancia en biodiversidad la ruta de la economía ambiental tendría potencial; y d) si a ello se le agrega capacidades en biotecnología, también puede tener potencial la ruta de la agroindustria y del cuidado de la salud.

Cuadro 3
Sub-redes de valor de base biológico de la bioeconomía hipotética en Diagrama 4
Ejemplo ilustrativo

Sub red 1 (azul): Industrias base biológica y biorrefinerías	Sub red 2 (celeste): agroindustria y cuidado de la salud	Sub red 3 (verde oscuro): Agricultura e industria biotecnológica	Sub red 4 (verde claro): Economía ambiental
Procesos y técnicas biotecnológicas	Hogares	Agricultura	Servicios ambientales
Construcción	Agroindustria	Biología	Biodiseño
Bioenergía	Bioplásticos	Industria bioquímica	Silvicultura
Biorrefinerías	Pesca y acuicultura.	Biocidas naturales	Bosques
Industria forestal	Productos de papel	Medicinas de uso en a animales	Biomasa no alimentaria
Industria textil	Desechos agrícolas y agroindustriales	Recursos del suelo y agua	Biodiversidad
Enzimas	Medicinas de uso humano	Microorganismos	Biorremediación
Industria de base no biológica	Biocosméticos	Semillas mejoradas	Bioturismo
Biomateriales	Industria farmacéutica	Biofertilizantes	Recursos marinos
Bio-industria	Alimentos	Agrobiodiversidad	Biofinanzas
Desechos industriales.	Alimentos para animales	Bioingredientes	Paisaje
Fibras	Productos de la pesca y acuicultura	Bioinoculantes	Árboles
Productos de la madera	Alimentos procesados	Tierra	Sumideros de carbono
Energía biosolar	Alimentos funcionales		
Desechos domésticos	Nutraceuticos		
Productos textiles			
Materiales de construcción.			

Fuente: Elaboración propia, Unidad de Desarrollo Agrícola, CEPAL, utilizando la herramienta NodeXL (<http://nodexl.codeplex.com/>).

Nota: Los componentes están ordenados de mayor a menor según la centralidad de intermediación.

II. La bioeconomía como marco de políticas

A. Un enfoque integrador de políticas

Como se ha indicado, la optimización del uso de la biomasa es un objetivo central de la bioeconomía, a partir de la noción de "cascada de valor", que es llevado a la práctica bajo el concepto de biorrefinería. El concepto de —cascada de valor— le confiere a la bioeconomía una naturaleza integradora, con implicaciones para la política pública. El concepto permite integrar, alrededor de la optimización del uso de la biomasa, políticas de ciencia, tecnología e innovación; políticas de diversificación productiva destinadas al aumento del valor añadido y la creación de empleos decentes; estrategias de crecimiento verde; así como políticas de adaptación y mitigación al cambio climático, especialmente aquellas que crean sinergias entre ambas dimensiones de la acción climática.

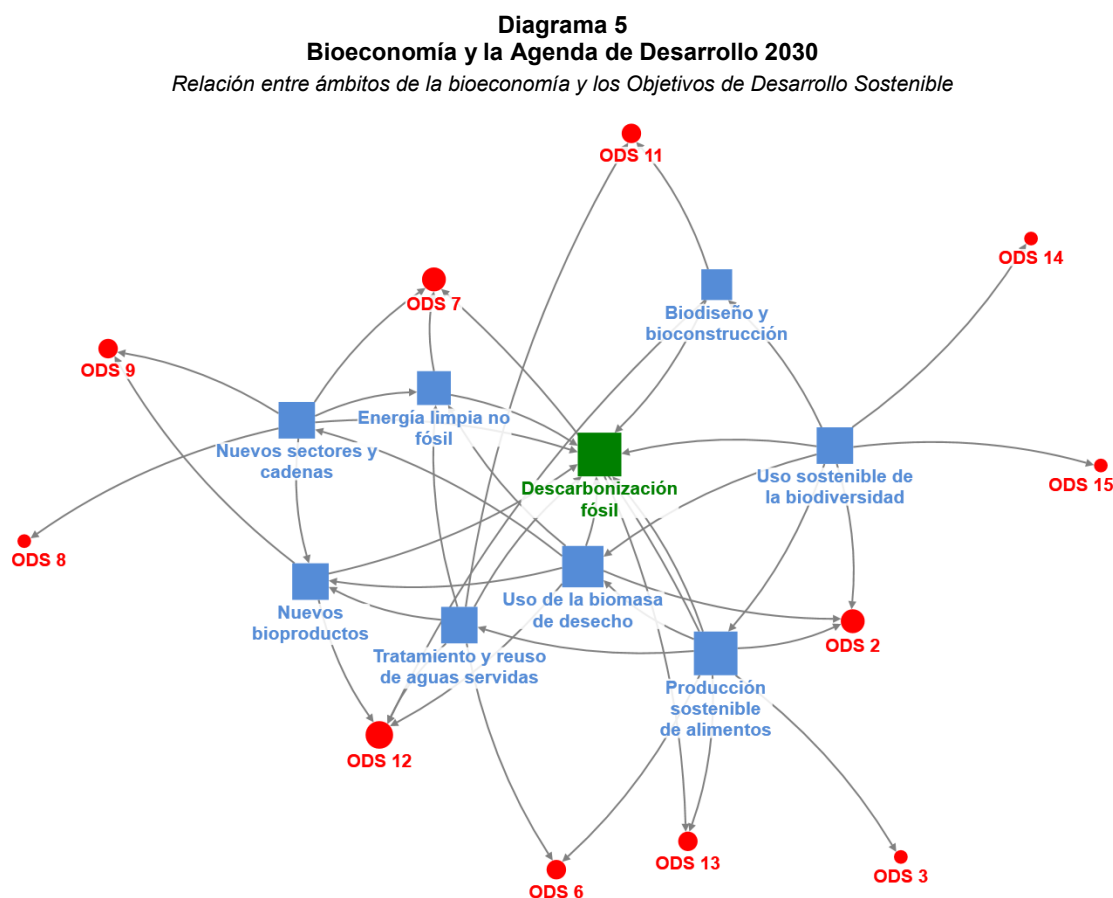
Asimismo, la bioeconomía es coherente con enfoques integradores de políticas que buscan romper con la lógica de silos. Dos ejemplos notables son el enfoque WEF Nexus (Agua-Energía- Alimentos), orientado al logro de objetivos de seguridad hídrica, energética y alimentaria; y el enfoque de Sistemas Alimentarios Sostenibles (SFS, *Sustainable Food Systems*).

Por otra parte, la bioeconomía es intrínseca a los objetivos del desarrollo sostenible (ver sección II.B), pues permite instrumentar políticas orientadas a lograr objetivos de sostenibilidad ambiental, competitividad económica e inclusión social y territorial. Sostenibilidad ambiental, por ejemplo, mediante el uso sostenible de los recursos biológicos y la reducción de pérdidas de energía, a partir del aprovechamiento de los desechos. Competitividad económica, por ejemplo, a partir del desarrollo de nuevas cadenas productivas de base biológica. Inclusión social, por ejemplo, posibilitando el desarrollo de pymes basadas en el conocimiento, insertadas en nuevas cadenas de valor y que le brinden oportunidades de empleo y desarrollo empresarial a jóvenes y mujeres. Y cohesión territorial y reducción de brechas de desarrollo, creando nuevas opciones para el desarrollo agrícola y rural y la creación de empleos de calidad.

B. Bioeconomía y la Agenda de Desarrollo 2030

La bioeconomía proporciona un marco conceptual para el desarrollo de políticas enfocadas a enfrentar los grandes retos sociales y las preocupaciones de desarrollo sostenible contempladas en la Agenda de Desarrollo de 2030 para el Desarrollo Sostenible (por ejemplo, El-Chichakli et al., 2016). Tomando la Agenda 2030 como referente, la bioeconomía es una alternativa para la especialización inteligente de los territorios, para la innovación y el cambio estructural con enfoque de sostenibilidad, así como para potenciar políticas de desarrollo agrícola y rural.

La base material de la bioeconomía son los recursos biológicos; por lo tanto, es una alternativa real para la descarbonización de la economía, y puede desempeñar un rol fundamental en la acción climática, en línea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) *No. 13* (combatir el cambio climático). Pero las contribuciones de la bioeconomía pueden ir mucho más allá de su aporte en la lucha contra el cambio climático. El diagrama 5 ilustra algunos vínculos entre ámbitos de acción de la bioeconomía y los ODS, destacando su contribución central a la descarbonización fósil.



Fuente: Elaboración propia.

La bioeconomía también puede contribuir a otros ODS:

- La bioeconomía se relaciona con la producción sostenible de alimentos saludables y con la intensificación sostenible de la producción agropecuaria; por lo tanto, puede contribuir al *ODS No. 2* (mediante la producción sostenible de alimentos), al *ODS No. 3* (vidas saludables) y al *ODS No. 15* (protección de ecosistemas terrestres);

- La bioeconomía se sustenta en nuevos modelos productivos (por ejemplo, biorrefinerías, bioindustria) que permiten el desarrollo nuevos productos que pueden ser utilizados como insumos por otros sectores productivos (por ejemplo, biomateriales para la construcción, bioinsumos para la agricultura), que sustituyen productos derivados de la petroquímica (por ejemplo, bioenergía, biofertilizantes, bioplásticos), o que satisfacen nuevas demandas por parte de los consumidores (por ejemplo, alimentos funcionales, biocosméticos). Por lo tanto, además de su contribución al *ODS No. 2* (producción sostenible de alimentos), la bioeconomía puede ser también instrumental para el logro del *ODS No. 7* (energía sostenible y accesible para todos), del *ODS No. 8* (nuevas fuentes de trabajo decente y desarrollo económico sostenible) y del *ODS No. 9* (industria e innovación);
- Asociado al concepto de refinería también está la posibilidad de cerrar ciclos productivos, mediante la utilización productiva de la biomasa de desecho derivada de procesos de producción y consumo; por lo tanto, la bioeconomía puede ser esencial para el logro del *ODS No. 12* (producción y consumo responsables) y del *ODS No. 11* (ciudades y comunidades sostenibles);
- Un elemento innovador de la bioeconomía es la posibilidad de desarrollar productos, procesos y sistemas replicando procesos y sistemas observados en la naturaleza. Ello puede dar lugar al desarrollo de nuevas cadenas de valor consistentes con el impulso al *ODS No. 9* (industria e innovación), al *ODS No. 14* (uso sostenible de la biodiversidad submarina) y al *ODS No. 15* (uso sostenible de la biodiversidad terrestre).
- La bioeconomía también abarca el desarrollo de alternativas de biorremediación para enfrentar problemas de contaminación ambiental, por ejemplo, para la recuperación de suelos degradados o contaminados y para el tratamiento de aguas para consumo humano y de aguas de desecho; por lo tanto, ofrece alternativas para apoyar el *ODS No. 6* (agua limpia y saneamiento para todos) y al *ODS No. 15* (en lo relativo a la prevención de la degradación de suelos).

La bioeconomía es una estrategia para el crecimiento con desacople de emisiones, dado el rol central que ella tiene en la acción climática, en particular, como estrategia para transitar a una economía post-recursos fósiles.

C. Políticas para la bioeconomía alrededor del mundo

1. Contexto general

Durante los últimos años muchos países han desarrollado estrategias para promover la bioeconomía. Según el Consejo Alemán para la Bioeconomía (GBC por sus siglas en inglés), cerca de 50 países han desarrollado marcos de políticas exclusivos o parciales para el desarrollo de la bioeconomía, o están¹² en ese proceso (diagrama 1).

Según el tipo de estrategia, el GBC clasifica los países en cuatro categorías: a) con estrategias dedicadas; b) con estrategias relacionadas; c) con estrategias relacionadas y estrategias dedicadas en proceso de desarrollo; y d) con estrategias dedicadas en desarrollo. Además, se han desarrollado estrategias subnacionales dedicadas en Canadá (Alberta, British Columbia y Ontario), Bélgica (Flandes) y Argentina (Provincia de Buenos Aires). El cuadro 4 (a continuación) presenta un resumen de las principales estrategias en cada una de las cuatro categorías; y el cuadro I.1 (en Anexo I) incluye un listado detallado de las iniciativas identificadas por el GBC al cierre de la edición de este documento (31 de agosto 2017).

Los ámbitos en los que se desarrollan estrategias relacionadas son diversos. Incluyen estrategias relacionadas con 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,

¹² Información al 31 de agosto de 2017.

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).

Cuadro 4
Algunas estrategias dedicadas o relacionadas con la bioeconomía alrededor del mundo

Países y continentes

Tipo de estrategia	Europa	Resto del Mundo
Países con estrategias dedicadas	<i>Alemania</i> (National Research Strategy BioEconomy 2030, 2010; Germany National Policy Strategy on Bioeconomy, 2013; German Bioeconomy Council, 2013). <i>España</i> (Estrategia Española de Bioeconomía, Horizonte 2030, 2016). <i>Finlandia</i> (Finland Finnish Bioeconomy Strategy – Sustainable Growth from Bioeconomy, 2014). <i>Francia</i> (A Bioeconomy Strategy for France, 2017). <i>Islandia</i> , Islas Faore y Groenlandia (Future Opportunities for Bioeconomy in the West Nordic Countries, 2015). <i>Noruega</i> (Norway's National Strategy on the Bioeconomy, 2016).	Países desarrollados: <i>Estados Unidos</i> (National Bioeconomy Blueprint, 2012). <i>Japón</i> (Biomass Industrialization Strategy, 2012). <u>Países emergentes:</u> <i>Malasia</i> (National Biomass Strategy 2020, 2011, 2013, Bioeconomy Transformation Programme, 2013). <i>Sudáfrica</i> (The Bioeconomy Strategy, 2013) <i>Tailandia</i> (National Biotechnology Policy Framework, 2012-2021)
Países con estrategias relacionada y procesos para la elaboración de estrategias dedicadas	<i>Austria</i> (Position Paper Bioeconomy, 2013). <i>Irlanda</i> (Developing the Green Economy in Ireland, 2009; Delivering our Green Potential, 2012). <i>Reino Unido</i> (UK Bioenergy Strateg, 2012; Agri-Tech Strategy, 2014).	
Países con procesos en marcha para la elaboración de estrategias dedicadas.	<i>Italia</i> (en diciembre 2016 publicó el documento para consulta). <i>Latvia</i> (el 25 de agosto de 2016 se realizó el taller -Contribution to Bioeconomy Strategy Development in Latvia-).	<i>Argentina</i> (Proceso de consulta regional se desarrolló durante 2016)
Países que tienen estrategias relacionadas con la bioeconomía,	<i>Dinamarca</i> (Agreement on Green Growth, 2009; The Copenhagen Declaration for a Bioeconomy in Action, 2012). <i>Holanda</i> (Framework Memorandum on the Bio-based economy, 2012). <i>Suecia</i> (Sweden Research and Innovation Strategy for Bio-based Economy, 2012).	Américas: Canadá, México, Colombia, Argentina, Brasil, y Uruguay Asia y Pacífico: Australia, China, India, Indonesia, Nueva Zelandia, Corea del Sur. África: Kenia, Mali, Mozambique, Senegal, Uganda.

Fuente: German Council for the Bioeconomy (al 31 de agosto 2017).

Dubois y Gomez (2016) y Beermann et al. (2014) revisan algunas de tales estrategias. En el caso de Dubois y Gomez (2016) estas se evalúan en función de criterios de sostenibilidad (por ejemplo, sostenibilidad ambiental, sostenibilidad socioeconómica, seguridad alimentaria y competencia/sinergia en el uso de la biomasa. Para ello clasifican las estrategias en internacionales¹³, nacionales¹⁴ y regionales¹⁵. En el recuadro 2 se presenta un resumen de sus principales conclusiones. Las estrategias nacionales incluyen estrategias dedicadas por ejemplo, Alemania, España, Finlandia, Sudáfrica y Malasia) y estrategias en ámbitos relacionados, como la bioindustria (China, Rusia) y la industrialización de la biomasa (Japón). Ver recuadro 3 sobre bioindustria en China.

Por su parte, Beerman et al. (2014) consideran países miembros de la Agencia Internacional de Energía, incluyendo algunos no incluidos en la revisión de Dubois y Gomez (2016), tales

¹³ Unión Europea, OECD, Región del Mar Báltico y Países Nórdicos Occidentales.

¹⁴ Argentina, China, Dinamarca, Finlandia, Alemania, Japón, Malasia, Holanda, Rusia, Sudáfrica, España y Estados Unidos.

¹⁵ Región de Baden-Württemberg (Alemania), Columbia Británica (Canadá), Flandes (Bélgica) y Escocia (Reino Unido).

como Austria (Estrategia de investigación, tecnología e innovación para industrias de base biológica), Suiza (Plan de Acción sobre Economía verde) y Reino Unido (Estrategia de bioenergía y estrategia de tecnologías agrícolas).

Recuadro 2

Principales hallazgos del estudio de la FAO sobre sostenibilidad de las estrategias de bioeconomía

Se evidencia un fuerte interés en la bioeconomía en diferentes niveles en todo el mundo, como una posible contribución para abordar los principales desafíos ambientales y de desarrollo a nivel mundial, nacional y regional.

A pesar de ser necesario asegurar que la bioeconomía se desarrolle de manera sostenible y beneficie a todos los sectores de la población, esto no será fácil de lograr ya que no existe una “medida única” en términos de prioridades, enfoques y formas de abordar la sostenibilidad en las estrategias de implementación y desarrollo de la bioeconomía.

Las estrategias actuales de bioeconomía presentan marcos amplios que incluyen las cuestiones ambientales y socio económicas; sin embargo, muestran deficiencias en las temáticas de uso racional del suelo, gestión del agua y los residuos a lo largo de la cadena de valor, la posible competencia entre los usuarios finales de la biomasa, la seguridad energética, las bio-innovaciones, el acceso y convergencia tecnológica y la generación de mecanismos que benefician a los pequeños agricultores.

En pocos casos las estrategias implementadas presentan planes de acción, y estos poseen falencias comunes respecto a su monitoreo y evaluación y a los aspectos financieros, tales como las barreras de acceso al crédito y al mercado de capitales y el apoyo a pequeños productores y empresas.

Existe actualmente un elevado conocimiento mundial en cuanto a la producción sostenible de biomasa, en menor medida en lo referido a su utilización y se está realizando un esfuerzo significativo en la investigación y el desarrollo de innovaciones necesarias a lo largo de la cadena de valor de biomasa que complementen el conocimiento ya adquirido.

Muchos países establecen en sus estrategias que los estándares y directrices de sostenibilidad deberían establecerse en niveles supranacionales.

Fuente: Dubois y Gomez (2016).

Recuadro 3

Biotechnología y bioindustria en la R. P. 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. Y en junio de 2009 se definieron Políticas para Promover el Rápido Desarrollo de la Industria Biológica. Finalmente, en 2013 se aprobó el Plan de Desarrollo de la Bioindustria.

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).

Fuente: Wang et al. (2017).

2. Estrategias en Europa

a) Estrategia regional de la Unión Europea

En la Unión Europea se han elaborado estrategias para el desarrollo de la bioeconomía tanto de alcance supranacional, como nacional. La estrategia regional —como se ha indicado— fue lanzada en 2012, bajo nombre “Innovación para el crecimiento sostenible: una bioeconomía para Europa” (*Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*). 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. Los desafíos incluyen garantizar la seguridad alimentaria, manejar los recursos naturales de manera sostenible, reducir la dependencia de recursos no renovables, mitigar y adaptarse al cambio climático, y crear empleos y mantener la competitividad Europea. Este último elemento destaca el rol central de la bioeconomía como parte de las políticas para la competitividad de la Unión Europea.

El Plan de Acción para la implementación de la Estrategia está cimentado en tres grandes pilares: a) inversiones en investigación, innovación y habilidades); b) reforzamiento de la interacción de políticas y participación de los actores interesados; c) fortalecimiento de los mercados y de la competitividad en la bioeconomía. El cuadro A.2 presenta un resumen de los principales elementos de esta estrategia.

b) Estrategias nacionales

La mayor cantidad de estrategias nacionales dedicadas de bioeconomía se encuentran en Europa (Alemania, España, Finlandia, Francia, Islandia, Islas Faore y Groenlandia, Noruega), siendo las más recientes las de España (2016), Noruega (2016) y Francia (2017). El cuadro 5 presenta un resumen de los principales elementos de esas iniciativas.

Hay varios factores a destacar, la mayoría de los cuales son de relevancia para los países de América Latina y el Caribe:

- la seguridad alimentaria global, la producción agrícola sostenible y la producción de alimentos saludables, tres grandes retos globales interrelacionados son objetivos estratégicos de la estrategia alemana; la atención del desafío de la seguridad alimentaria también es una de las áreas prioritarias en la estrategia noruega; el desarrollo de una bioeconomía sostenible en la estrategia Francesa.
- El aseguramiento de la producción sostenible de biomasa o en general de los insumos biológicos para la bioeconomía, es destacado en las estrategias de Francia y Finlandia; en la estrategia de Alemania se destaca el uso de la biomasa y recursos renovables en la producción de energías y como insumos en la industria; y la eficiencia y rentabilidad en la producción, extracción, procesamiento y utilización de recursos de origen biológico es un ámbito prioritario en la estrategia de Noruega.
- El desarrollo de una bioeconomía competitiva o el desarrollo de nuevos negocios, productos y mercados se contempla en las estrategias de Alemania, España, Francia, Finlandia y Noruega;
- El desarrollo de capacidades y el diálogo con la sociedad son destacados en las estrategias de Alemania, España, Francia, Finlandia y Noruega

Además, en línea con el destaque de los temas de investigación, innovación y capacidades en la Estrategia de la Unión Europea, la mayoría de estrategias nacionales destacan dichos elementos, ya sea en función de la colaboración público-privada y entre sectores (Noruega), del desarrollo de nuevos productos (España, Francia), o del desarrollo de capacidades (Alemania, Finlandia). Además, Alemania y Suecia tienen estrategias específicas para promover la innovación en la bioeconomía; de hecho, en Alemania la estrategia de innovación se desarrolló antes que la estrategia de políticas; y ese es el mismo camino que está siguiendo Suecia (ver recuadro 4).

Cuadro 5

Principales elementos de algunas estrategias nacionales dedicadas de bioeconomía en Europa

Alemania (2013): Metas y lineamientos orientadores

La seguridad alimentaria tiene prioridad sobre la producción de materias primas para la industria y la energía a nivel internacional. Luego se le debe dar preferencia a las vías de uso de la biomasa con un mayor potencial de valor añadido.

Siempre que sea posible y útil, se debe aplicar el uso en cascada y el uso acoplado de la biomasa.

Siempre debe tenerse en cuenta el objetivo de asegurar y fortalecer la competitividad de la bioeconomía en Alemania; y las áreas de potencial de crecimiento en los mercados internacionales.

La competitividad de la bioeconomía demanda contar con personal especializado bien formado e informado.

Es necesario mejorar las oportunidades y condiciones marco para el uso de tecnologías clave y para hacer más efectiva su transferencia al uso comercial.

La bioeconomía necesita satisfacer demandas cada vez más desafiantes de la sociedad en términos de cómo se producen los bienes. Esto se aplica a la protección del medio ambiente, el clima, la naturaleza y los animales, así como al cumplimiento de las normas de responsabilidad social.

El uso de estándares de sostenibilidad en los países productores, especialmente en aquellos con un liderazgo gubernamental débil y en instituciones débiles, debe ser ampliado y se deben hacer esfuerzos apropiados para verificar su cumplimiento.

En el desarrollo de la bioeconomía es necesaria una estrecha cooperación entre todos los involucrados, desde las esferas política, económica, científica y ambiental, y de la sociedad en general.

España (2016): Objetivos estratégicos

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, a través de la generación de conocimiento y su adaptación para nuevos desarrollos científicos y tecnológicos, que respondan a las demandas de los sectores productivos y de los consumidores.

Mantener la bioeconomía española como una parte esencial de nuestra actividad económica y posicionarla, como área de innovación estratégica basada en el conocimiento, entre los líderes en un contexto internacional.

Contribuir a alcanzar todo el potencial de desarrollo que la bioeconomía pueda tener en el horizonte de los próximos 15 años en España, fundamentada en la sostenibilidad social y ambiental y en la innovación tecnológica, organizativa y gerencial como instrumento para resolver problemas y aprovechar las oportunidades del mercado

Francia (2017): Áreas temáticas priorizadas

Garantizar que los productos de bioeconomía se conviertan en realidad del mercado.

Apoyar una transición a la industria de base biológica que sea eficaz, innovadora y sostenible

Producción sostenible de los recursos biológicos necesarios para las diversas exigencias de las cadenas de valor y de la sociedad.

Garantizar la sostenibilidad de la bioeconomía.

Construir un diálogo con la sociedad para una verdadera bioeconomía compartida.

Innovación para una bioeconomía de alto desempeño.

Finlandia (2014):

Objetivo: Promover el desarrollo económico y crear puestos de trabajo en forma sostenible a través del impulso a la bioeconomía y la generación de productos y servicios con mayor valor agregado.

Metas estratégicas:

Crear un ambiente competitivo para el crecimiento de la bioeconomía.

Nuevos negocios de la bioeconomía (mediante el financiamiento de riesgos, experimentos simples y el cruce de las fronteras sectoriales)

Una fuerte base de competencias en bioeconomía (desarrollo de la educación, la formación y la investigación)

Garantizar la accesibilidad y sostenibilidad de las biomásas, el buen funcionamiento de los mercados de materias primas y la sostenibilidad del uso de la biomasa.

Noruega (2016): Ámbitos prioritarios de acción

Generar mercados de productos renovables de base biológica.

Más eficiencia y rentabilidad en la producción, extracción, procesamiento y utilización de recursos de origen biológico.

Generar una bioeconomía capaz de hacer frente a los desafíos alimentarios y ambientales.

Promover la colaboración entre sectores, industrias y disciplinas.

Fuente: Elaboración propia.

Recuadro 4 Recomendaciones del Consejo Alemán para la bioeconomía sobre áreas prioritarias de investigación en bioeconomía

—...El Consejo recomienda centrar el futuro programa de investigación en las siguientes áreas de acción: "ciudades sostenibles", "sistemas alimentarios sostenibles", "protección de los recursos y economía circular basada de base biológica" y "consumo de productos de base biológica". En el sector de la energía, el Consejo aboga por continuar la investigación sobre "almacenamiento biológico de la luz solar", por ejemplo, por medio de la fotosíntesis artificial. El Consejo tiene también como objetivo comunicar mejor la bioeconomía al público en general"... "Pensar bioeconómicamente significa conocer los ciclos de la naturaleza y no sólo utilizarlos para la industria energética, la industria alimentaria, papelera y textil o incluso para la industria química y farmacéutica, sino también preservarlos en el sentido de proteger el medio ambiente y los recursos. Esto requiere la investigación de la bioeconomía para la innovación".

Para que los resultados de la investigación se convierten con éxito en aplicaciones y productos comercializables, además de la financiación de la investigación, las cuestiones clave siguientes son fundamentales: i) política reguladora para una economía social y ambiental de mercado, con incentivos que estimulen las fuerzas del mercado para las innovaciones bioeconómicas y los cambios profundos en la utilización de los recursos; ii) más énfasis en áreas de alta calidad basadas en el conocimiento de la bioeconomía; iii) activación del mercado de capitales alemán para empresas emergentes y en crecimiento en la bioeconomía; iv) innovaciones institucionales para promover la innovación "desde abajo hacia arriba"; v) participación activa de los grupos sociales, en particular en los ámbitos de la nutrición, la salud, la vivienda y la movilidad; y vi) medidas prácticas de acompañamiento e investigación sobre la ejecución de proyectos de I + D.

Fuente: German Bioeconomy Council (2017).

3. Estrategias en el resto del mundo

Fuera de Europa, con estrategias dedicadas destacan países desarrollados como Estados Unidos (National Bioeconomy Blueprint, 2012) y Japón (Biomass Industrialization Strategy, 2012); y países emergentes como Sudáfrica (The Bioeconomy Strategy, 2013) y Malasia (National Biomass Strategy 2020, 2011, 2013, Bioeconomy Transformation Programme, 2013). Además, alrededor de 30 países tienen estrategias relacionadas con bioeconomía, la mayoría de ellas en bioenergía, en América del Norte, en América Latina en Europa, en África, y en Asia y el Pacífico (cuadro 4). A continuación se resumen de algunas de tales iniciativas, sobre todo de las que tienen características de estrategias dedicadas.

a. Los Estados Unidos de América: *National Bioeconomy Blueprint (2012)*

En Estados Unidos la Casa Blanca publicó en 2012 el documento *National Bioeconomy Blueprint*, con el objetivo de fortalecer la investigación en biociencias como un motor importante de la innovación y el crecimiento económico de los Estados Unidos.

La estrategia define la bioeconomía como *una actividad económica alimentada por la investigación y la innovación en las ciencias biológicas*". Se definen como tecnologías de interés la ingeniería genética, la secuenciación del ADN, la manipulación de biomoléculas, el uso de microorganismos o enzimas industriales, y la ingeniería directa de microorganismos y plantas.

Entre los elementos que justifican la estrategia destacan: la sustitución de productos petroquímicos por productos de base biológica para mitigar el cambio climático; la demanda creciente de más y mejores alimentos vs. disminución en la disponibilidad de tierra cultivable; el aumento de los rendimientos mediante combinación de técnicas de cultivo y biotecnología; el incremento de la resistencia a las enfermedades; y mejorar el valor nutritivo de los alimentos. Se trata fundamentalmente de desarrollos en el ámbito de la agricultura y agroindustria, de la manufactura, de la bioenergía y de las medicina.

b. Canadá: *The Canadian Blueprint beyond Moose and Mountains. How we can build the world's leading bio-based economy (2012)*

La estrategia canadiense se titula *The Canadian Blueprint beyond Moose and Mountains. How we can build the world's leading bio-based economy* y fue publicada en 2012. El concepto que prima es el de economía de base biológica y se enfoca en el desarrollo de herramientas y productos biológicos en la producción de tratamientos, diagnósticos, alimentos, energía, químicos y materiales, ámbitos muy similares a los propuestos en los Estados Unidos. La estrategia tiene como base las fuentes sostenibles de bienes renovables, para crear productos con una huella de carbono reducida.

El principal objetivo de la estrategia es maximizar el potencial de la biotecnología para ampliar sectores líderes, aumentar el valor agregado y crear nuevas actividades económicas. Para llevar adelante la estrategia se identifican desafíos en las áreas prioritarias de capital, los recursos humanos y el ambiente operativo. Los desafíos incluyen: a) en capital, atraer inversiones para la comercialización; b) en el ámbito de los recursos humanos, atraer y retener personal altamente capacitado para ampliar la base de investigación; c) en el ámbito operativo, construir el modelo de negocio; y d) acelerar el ritmo de adopción de la biotecnología.

c. Sudáfrica: *The Bioeconomy Strategy (2013)*

Sudáfrica publicó su Estrategia de Bioeconomía (*The Bioeconomy Strategy*) en 2013 y define que ésta —abarca actividades y procesos biotecnológicos que se traducen en resultados económicos, particularmente aquellos con la aplicación industrial.” Entre las principales aplicaciones identificadas están la explotación tecnológica y no tecnológica de los recursos naturales como los animales, la biodiversidad vegetal, microorganismos y minerales.

La Estrategia identifica la agricultura, la salud y la industria como los sectores prioritarios, definiendo en cada caso los siguientes objetivos:

- **Agricultura:** fortalecer la innovación en biociencias agrícolas para garantizar la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y mejorar la salud; creación de empleo a través de la expansión e intensificación de la producción agrícola sostenible y el procesamiento.
- **Salud:** apoyar y fortalecer las capacidades locales de I&D+I para producir componentes farmacéutico activos; vacunas; productos biofarmacéuticos; y dispositivos médicos y de diagnóstico.
- **Industria:** Identifica dos áreas, la industria (bioproductos, biomateriales y bioenergía) y la gestión sostenible del medio ambiente (manejo de agua y residuos).

d. Malasia: *Bioeconomy Transformation Programme (2012)*

En Malasia el proceso inició en 2005, con el desarrollo de la Política Nacional de Biotecnología (*National Biotechnology Policy*). Se trata de una política con visión de largo plazo, al año 2020, que busca transformar a Malasia en una economía de altos ingresos, inclusiva y sostenible.

Para la implementación de la política se proponen tres fases, a saber: a) Fase 1, 2005-10, enfocada en el desarrollo de capacidades; b) Fase 2, 2011-2015, en la que se enfatiza el desarrollo de vínculos entre ciencia y negocios (*science to business*); y c) Fase 3, 2016-2020, bajo el concepto de *“going global”*.

Un hecho importante al inicio de la segunda etapa fue la creación, en 2011, de la *Agensi Inovasi Malaysia* (AIM), una agencia de innovación orientada a evaluar las fortalezas y recursos combinados de Malasia y crear nuevas industrias y puestos de trabajo de alto valor mediante la introducción de enfoques y estrategias innovadores.

Un segundo hito destacado fue el desarrollo de la Estrategia Nacional de Biomasa 2020 (2011, 2013), que sienta las bases para capitalizar la biomasa mediante su canalización hacia usos de mayor valor agregado. Inicialmente se priorizó únicamente la industria del aceite de palma, pero luego se amplió su alcance para incluir todo tipo de biomasa, a partir de fuentes como el caucho, madera y cáscara de arroz.

En 2012 se publica el Programa de Transformación Bioeconomía (*Bioeconomy Transformation Programme*), concebido como una plataforma proporcionada por el gobierno al sector privado para maximizar las oportunidades comerciales basadas en la biotecnología. Para ello se crea *BiotechCorp (Malaysian Biotechnology Corporation)*, un centro unificado para biotecnología. Este centro posteriormente se transformó en la Corporación Bioeconomía (*Bioeconomy Corporation*)

El programa define la bioeconomía como una —actividad económica derivada de la aplicación comercial de la biotecnología; y la producción de los recursos biológicos renovables y su conversión en alimentos humanos y animales, productos químicos, energía y productos para la salud—. La estrategia prioriza tres sectores y diez programas de entrada, a saber:

- a) *agro-biotecnología tropical*, que incluye los programas de agroinsumos agrícolas; bioingredientes de alto valor; y alimentos de alto valor;
- b) *productos y servicios innovadores para el cuidado de la salud*, que abarca los programas de biosimilares, descubrimiento de drogas y servicios preclínicos; molecular screening; y células madre y medicina regenerativa; y
- c) *bio recursos renovables*, que comprende los programas de bioinsumos industriales; químicos de base biológica; y biomateriales. Estos 10 proyectos de entrada incluían inicialmente 20 proyectos desencadenadores liderados por el sector privado, número que había crecido a 48 hacia finales de 2015.

e. La India: Accelerating Growth: Forging India's Bioeconomy (2014)

India es uno de los países pioneros en el desarrollo de estrategias para el fomento de la biotecnología (*National Biotechnology Development Strategy, 2007 y 2014*), bajo el concepto de bioeconomía. Ésta es definida como *“la traducción del conocimiento de las ciencias de la vida en productos socialmente relevantes, ecológicos y competitivos”*.

En la estrategia de 2007 las áreas definidas como prioritarias para el desarrollo de la bioeconomía son la agricultura, la salud, la energía, el medio ambiente y la bio-manufactura. Y en la estrategia de 2014 se incluye un capítulo especial sobre seguridad alimentaria y nutricional, enfocado en dos grandes áreas: a) *la bio fortificación de los cultivos de alimentos* para hacer frente a las deficiencias de micronutrientes de la población hindú (por ejemplo, deficiencias de hierro) y el desarrollo de productos alimenticios especiales para hacerle frente a la desnutrición infantil moderada y aguda; y b) el desarrollo de nuevas técnicas de procesamiento, incluyendo aplicaciones de nanotecnología, para extender la vida útil de los alimentos. En el ámbito de la bioenergía se prioriza el desarrollo de etanol ligno-celulósico a partir de residuos agrícolas y forestales, y la producción de biocombustibles a partir de algas.

India no tiene una estrategia de bioeconomía dedicada; sin embargo, en 2014 dos agrupaciones de empresas del sector biotecnología (*Bio Industry Organization, Association of Biotechnology Led Enterprises*) publicaron el documento *Accelerating Growth: Forging India's Bioeconomy*, en el cual identifican un conjunto de áreas que desde su perspectiva requieren atención. Todas ellas son relevantes para los países de América Latina y el Caribe y se refieren a:

- **Regulación**, en los ámbitos de biotecnología agrícola, bioservicios, biotecnología industrial, bioinformática, transferencia tecnológica, propiedad intelectual, desarrollo de recursos humanos y educación superior, infraestructura, y fiscalidad.
- Desarrollo de **asociaciones** por la vía de las **compras y adquisiciones**. Se hace énfasis en la importancia de promover a las empresas biofarmacéuticas hindúes, para que sean la puerta de entrada al Asia. Para ello se destaca: la necesidad de proporcionar foros que promuevan oportunidades de asociación; tomar medidas para reducir las preocupaciones sobre protección de la propiedad intelectual y sobre políticas, leyes y prácticas de negocios que impiden la asociación; y abordar los problemas que limitan el desarrollo de productos innovadores o hacen que el mercado de la India sea poco atractivo para las empresas extranjeras, a pesar de su población grande y creciente.

- **Financiamiento.** Se subraya la importancia del desarrollo de mecanismos de financiamiento tales como inversores ángeles (*angel investing*), recursos para la incubación de empresas; programas gubernamentales de asistencia técnica, el capital de riesgo y listado público de las empresas (*public listing*).

D. Aspectos de institucionalidad y gobernanza en estrategias dedicadas de bioeconomía

La mayoría de las estrategias dedicadas de bioeconomía han sido el resultado de proceso de consulta en los que se ha involucrado al sector privado y a estamentos de la academia y del ámbito de la ciencia y la tecnología. Ese proceso generalmente ha sido liderado por ministerios del sector de ciencia y tecnología (Ministerio Federal de Educación e Investigación en Alemania; Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación en Malasia; Departamento de Ciencia y Tecnología, Sudáfrica), de agricultura (Ministerio de Agricultura y Alimentación, Francia), de economía (Ministerio de Economía y Empleo, Finlandia), o por un conjunto reducido de ministerios (Ministerios de industria, de agricultura y alimentación y de pesca en Noruega; Ministerios de Economía y Competitividad y de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en España).

Aunque no hay un modelo único, en términos de gobernanza y desarrollo de institucionalidad algunos elementos comunes a la mayoría de estrategias dedicadas son: a) la creación de órganos coordinadores, que generalmente incluyen la participación de varios ministerios, del sector privado y de la Academia; b) la creación de entes técnicos de apoyo, de diversa naturaleza, c) el desarrollo de entidades especializadas público-privadas; y e) el desarrollo de mecanismos de apoyo y divulgación de información.

Entre los órganos de coordinación destacan:

- Alemania: El Consejo Alemán para la Bioeconomía, en Alemania;
- España: El Comité Gestor de la Estrategia Española de Bioeconomía;
- Finlandia: El Panel Nacional de Bioeconomía;
- Malasia: Panel Internacional de Asesoramiento en Bioeconomía;
- Noruega: Tres ministerios coordinadores (Ministerio de Industria, Ministerio de Agricultura y Alimentación, Ministerio de Pesca).

Ejemplos de comités técnicos con funciones de asesoría son:

- Alemania: Grupo de trabajo interministerial sobre bioeconomía;
- España: Grupo de Seguimiento de la Estrategia Española de Bioeconomía;
- Noruega: El Grupo de Trabajo Interministerial, coordinado por los tres ministerios líderes;
- Sudáfrica: Comité Técnico de Bioeconomía; Consejo de Investigación Agropecuaria; y Consejo Asesor en Biotecnología.

Entre las entidades públicas – privadas con funciones de gestión y asesoría destacan:

- Alemania: Bioeconomy Cluster; Bio Deutschland (red de tecnología sobre innovaciones e investigación para el uso de desechos orgánicos);
- España: Comité Gestor de la Estrategia Española de Bioeconomía;
- Francia: Cluster de Bioeconomía de Francia (French Bioeconomy Cluster);
- Finlandia: Bioindustrias Finlandesas (Finnish Bioindustries FIB);
- Malasia: Bioeconomy Corporation; clusters agrobiotecnológico, bioindustrial y biomédico;
- Noruega: Instituto Noruego de Investigación para la Bioeconomía;

- Sudáfrica: Agencia de Tecnología e Innovación (Plataformas de bioprocesamiento, bioprospección y metagenómica).

Entre los mecanismos de fomento son destacables:

- Alemania: Fondos del Ministerio Federal de Alimentación y Agricultura;
- Finlandia: Fondos de la Secretaría de Inversión Extranjera;
- Malasia: Bioeconomy Corporation (promoción de inversión extranjera en industrias de base biológica, creación de infraestructura para industrias de base biológica – clusters; facilitación del acceso al financiamiento; creación el Sello Bionexus);
- Sudáfrica: Agencia de Tecnología e Innovación (Fondo de riesgo en Bioinnovación);

Finalmente, existen mecanismos de divulgación de información:

- Unión Europea: Centro de Conocimiento en Bioeconomía (<https://biobs.jrc.ec.europa.eu/>)
- Alemania: Sitio del Consejo Alemán para la Bioeconomía (<http://biooekonomierat.de>)
- España: Observatorio Español de Bioeconomía y Plataforma Agripa (<http://bioeconomia.agripa.org>)
- Finlandia: Sitio Bioeconomía Finlandia (<http://www.bioeconomy.fi/>)
- Malasia: Sitio de Bioeconomy Corporation (<http://www.bioeconomycorporation.my>).

III. La bioeconomía en América Latina y el Caribe: potencial y marcos de políticas

A. El potencial

Apoyada en tecnologías habilitantes como la biotecnología, la nanotecnología, las tecnologías digitales, y las convergencias que se dan entre ellas, la bioeconomía es una vía para explotar nuevas oportunidades para incrementar la agregación de valor a la producción primaria y la diversificación, especialmente en sectores de manufacturas y energía. Ejemplos en donde ello se puede alcanzar son el uso productivo y sostenible la biodiversidad, el desarrollo de nuevas industrias de base biológica (por ejemplo, orientadas a la producción de biomateriales y bioproductos), y la producción sostenible de energías renovables no convencionales (por ejemplo, energía biosolar o la producción de biogás u otras formas de bioenergía sólida y líquida a partir de desechos).

1. Recursos biológicos estratégicos

En América Latina se puede identificar una amplia variedad de recursos biológicos con potencial para el desarrollo de bioeconomías nacionales y regionales. Desde el punto de vista de la agricultura al menos tres son fundamentales: Recursos de la biodiversidad en general y de la agrobiodiversidad en particular, biomasa cultivada para usos múltiples, y biomasa de desecho.

a) Recursos de la (agro) biodiversidad

En la región se ubican 8 de los 17 países más megadiversos del planeta, localizados en la cuenca andino-amazónica (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y en Mesoamérica (Costa Rica y México). La variedad en biodiversidad también se puede encontrar en otros ecosistemas que son únicos a la región, como el desierto del norte del Chile-Sur del Perú y las pampas argentinas y la Patagonia argentino-chilena. Y por supuesto, la menos conocida biodiversidad marina, tanto en el Pacífico como en el Caribe y el Atlántico.

Esa gran biodiversidad permitió el desarrollo de la agricultura en dos centros de origen. El centro mesoamericano, entre 9000 y 4000 AC (Mazoyer y Roudart, 2006)), que le ha aportado a la humanidad maíz, frijoles, aguacates, tomates, chiles y calabazas, entre muchos otros cultivos (ver cuadro 6), y la

domesticación del chompipe (pavo), como fuente de proteína animal. El segundo centro de origen es el Andino-Amazónico, que surge alrededor del año 6000 AC (Mazoyer y Roudart, 2006), y que nos ha legado las papas y otros cultivos de raíz, tales como la mashua, el olluco y la oca, la quinua y otros cereales y pseudo cereales, y la domesticación de las llamas y otros camélidos como fuentes de proteína animal y de fibras.

Cuadro 6
Lista de cultivos mesoamericanos domesticados
Nombres científicos

Cereales y pseudocereales	Frutales	Raíces y tubérculos
Zea mays (maíz)	Anacardium occidentale (marañón)	Manihot esculenta (yuca)
Amaranthus cruentus	Ananas comosus (piña)	Ipomoea batatas (camote)
Amaranthus hypochondriacus	Annona cherimolia (chiromoya)	Xanthosoma sagittifolia
Chenopodium berlandieri ssp. nuttalliae	Annona diversifolia	Pachyrhizus erosus
Helianthus annuus (girasol)	Annona muricata (guanábana)	Dahlia coccinea
Salvia hispanica	Annona purpurea	Dahlia pinnata
Hyptis suaveolens	Annona squamosa (anona)	Bomarea edulis
Panicum sonorum	Bactris gasipaes	
	Brosimum alicastrum	Verduras de hoja, guía y flor
Leguminosas de grano	Byrsonimia crassifolia	Amaranthus hybridus
Phaseolus vulgaris (frijoles)	Carica papaya (papaya)	Eryngium foetidum
Phaseolus lunatus (haba de lima)	Casimiroa edulis	Porophyllum macrocephalum
Phaseolus coccineus (frijol ayocote)	Casimiroa sapota	Porophyllum tagetoides
Phaseolus polyanthus	Chrysophyllum cainito	Chamaedorea tepejilote
Phaseolus acutifolius	Crataegus pubescens	Chenopodium ambrosioides
Canavalia ensiformis	Diospyros digyna	Cnidiosculus chayamansa
Arachis hypogaea (mani)	Manilkara zapota	Crotalaria longirostrata
	Parmentiera edulis	Fernaldia pandurata
Hortalizas cucurbitáceas	Persea americana (aguacate)	Ustilago maydis
Cucurbita pepo (zapallo)	Pouteria campechiana	
Cucurbita argyrosperma	Pouteria sapota	Atenuantes
Cucurbita moschata	Pouteria viridis	Nicotiana tabacum (tabaco)
Cucurbita ficifolia	Prunus serotina ssp. capuli	Nicotiana rustica
Sechium edule (chayote)	Psidium guajava (guajaba)	Theobroma cacao (cacao)
	Quararibea cordata	Theobroma bicolor
Hortalizas solanáceas	Spondias mombin	Vanilla planifolia (vainilla)
Capsicum annum (chile)	Spondias purpurea (jocote)	Agastache mexicana
Capsicum frutescens (pimiento)		Bixa orellana
Capsicum chinense (chile habanero)	Frutales cactáceas	Indigofera suffruticosa
Capsicum pubescens	Opuntia ficus-indica (nopal)	Jatropha curcas
Solanum lycopersicum (tomate)	Opuntia megacantha (nopal blanco)	Polianthus tuberosa
Physalis philadelphica	Opuntia streptacantha	Tagetes erecta
Jaltomata procumbens	Opuntia joconostle	Taxodium mucronatum
Lycianthes moziniana	Nopalea cochinillifera	Tigridia pavonia
	Hylocereus undatus	
Fibras (agaves y algodón)	Selenicereus megalanthus	Vasijas (calabazas)
Agave salmeana	Stenocereus queretaroensis	Crescentia cujete (jicaro)
Agave tequilana (agave de tequila)		Lagenaria siceraria (calabaza)
Agave fourcroydes (Henequén)		
Agave sisalana (sisal)		
Gossypium hirsutum (algodón Mexicano, o de tierras altas).		

Fuente: Williams, 2014.

Nota: En negrita los cultivos más conocidos, con los nombres comunes entre paréntesis.

El desarrollo de una bioeconomía con base en la (agro) biodiversidad debería fundamentarse en una estrategia que busque su protección, conocimiento y uso sostenible. Para utilizar de manera productiva y sostenible la biodiversidad se la debe conocer; pero sólo se puede llegar a conocer el potencial de la (agro) biodiversidad si se la protege.

Junto a la agricultura, en ambas regiones se desarrollaron sistemas agrícolas, para adaptar su desarrollo a las condiciones climáticas y del entorno. En Mesoamérica se desarrolló la *milpa*, un sistema productivo diversificado¹⁶ y resiliente, que le permitió a esta cultura convivir con los huracanes¹⁷ y tormentas tropicales que afectan anualmente la región (Cheret, 2009).

En la zona Andina el más conocido es el sistema de terrazas e irrigación, que permite cultivar en diferentes altitudes, en zonas áridas y en altas pendientes, permitiendo el control de la erosión (Tapia, 2009). Pero también se desarrollaron allí sistemas para adaptar la agricultura a condiciones de inundación. Uno es el sistema de camellones (*waru waru*), plataformas de tierra construidas para el cultivo en las riberas del lago Titicaca, rodeadas por canales de agua en los que el control del flujo permitía almacenar y aprovechar mejor el agua, permitiendo el control de las inundaciones en época de lluvias y mitigar el efecto de las heladas nocturnas durante la temporada de cosecha (Lhomme y Vacher, 2003). Un sistema de características similares, es el que se desarrolló en las zonas bajas de la amazonia boliviana, en el área conocida como los Llanos de los Moxos¹⁸. El sistema es una adaptación a condiciones recurrentes de inundación, que se fundamenta en el conocimiento de la dinámica hidráulica de los ríos. Durante la época de inundación el agua de desborde era transportada mediante canales hacia las zonas de cultivo y capturada y almacenada en lagunas artificiales, para su uso durante la época seca. En las lagunas se desarrollaban actividades de acuicultura y con la tierra extraída para la construcción de las lagunas y canales se construían camellones y lomas en donde se desarrollaban actividades agrícolas y se asentaba la población (Erikson, 2000). Además, los canales servían como medios de comunicación (Erickson, 2001) y posiblemente también como cortafuegos, pues los incendios son frecuentes en la época seca.

El programa SIPAM (Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial) es una valiosa iniciativa de la FAO para la recuperación y preservación de este tipo de sistemas agrícolas ancestrales (FAO, 2009). En América Latina se existen dos iniciativas GIAHS, una sobre agricultura Andina en la región de Cuzco-Puno (Perú) y otra en la Isla de Chiloé (Chile), relacionada con la producción de papa (<http://www.fao.org/giahs/es/>).

La recuperación de los principios de diversificación productiva y manejo del agua y de la fertilidad —entre otros— en que se sustentan esos sistemas agrícolas ancestrales, y su potenciamiento a partir de los conocimientos y tecnologías modernas, debería ser un elemento de las estrategias para el desarrollo de la bioeconomía en los países de la región, especialmente de los componentes orientados al desarrollo de una agricultura más sostenible y mejor adaptada al cambio climático. Por ejemplo, a partir de estudios recientes (Whitney et al., 2013; Whitney et al., 2013; Langstroth, 2001) se ha determinado el potencial para el desarrollo agrícola sostenible de la zona de Llano de Moxos, por encima de la ganadería, recuperando los principios del sistema ancestral de producción hidro-agrícola.

b) Biomasa cultivada

América Latina, junto con África, es reconocida por su potencial para la expansión de su frontera agrícola (CEPAL-FAO-IICA, 2012). Ese es un potencial que se puede aprovechar para incrementar la producción de biomasa, no solo para usos alimentarios, sino también para la producción de fibras,

¹⁶ En la milpa tradicional los principales cultivos son el maíz, los frijoles y las calabazas (denominada la triada mesoamericana); también pueden cultivarse tomates, chiles y otros productos, dependiendo de la zona.

¹⁷ En la mitología Maya Huracán fue uno de los primeros tres dioses creadores. Él envió el gran diluvio maya, que destruyó todo lo que los primeros hombres construyeron antes de enfurecer a los dioses. Y es uno de los dioses que participó en el tercer y último intento de creación del hombre, a partir del maíz. Es representado como una figura humana con cola de serpiente y algunos rasgos de reptil, portador de una antorcha o algún objeto que humea y una enorme corona sobre su cabeza.

¹⁸ Los Moxos son una étnia del noroeste de Bolivia, que actualmente habita en el Departamento del Beni, principalmente en los alrededores de Trinidad y San Ignacio de Moxos. Los llanos de los Moxos son un área de aproximadamente 126.000 kms² de sabanas de inundación estacional, humedales, bosques de galería e islas forestales (Langstroth, 2001).

forrajes, bioenergía y bioproductos en general (por ejemplo, bioplásticos). En un sentido amplio la biomasa cultivada se refiere no solamente a la producción de alimentos y de cultivos tradicionales para la producción de bioenergía (por ejemplo, soya, maíz y palma aceitera), sino también a los cultivos energéticos no alimentarios (por ejemplo, *miscanthus gigante*, *switchgrass*, *jatropha*), a los cultivos forestales y al cultivo de algas.

Sin embargo, el potencial para la producción de biomasa no se distribuye de manera uniforme y su aprovechamiento debería tener en cuenta consideraciones de seguridad alimentaria y conservación de ecosistemas frágiles (Lewandowski 2015). En particular, los objetivos y metas de producción de biomasa para usos energéticos deben balancearse con los objetivos de seguridad alimentaria y conservación y el desarrollo de nuevos sistemas productivos más intensivos y sostenibles.

En ese contexto adquiere relevancia el concepto de intensificación sostenible de la producción agropecuaria, que se refiere a prácticas dirigidas a mejorar el desempeño ambiental de las actividades agrícolas, sin sacrificar los niveles de productividad existentes. Su objetivo es lograr un equilibrio entre los beneficios agrícolas, ambientales, económicos y sociales, buscando un uso más eficiente de los recursos energéticos y enfocándose en reducir el uso de combustibles fósiles, pesticidas y otros contaminantes. Ejemplos de estrategias específicas de intensificación sostenible incluyen prácticas agrícolas de siembra directa, estrategias de agricultura de precisión, y de manejo integrado de plagas y nutrientes.

c) Biomasa de desecho

La región es conocida por su aporte a la producción global de materias primas agrícolas y alimentos. Sin embargo, los desechos que se generan, tanto en la producción agrícola como en la agroindustrial, siguen siendo vistos desde la óptica convencional del desecho como un problema de contaminación. La bioeconomía —es consistente con el enfoque de economía circular, que— considera los desechos biomásicos un recurso productivo más, para la producción de nuevos alimentos, nuevos materiales y energía, bajo el concepto de biorrefinería.

El interés por el uso productivo de los desechos en la región es incipiente, pero el potencial sin duda es considerable, tomando en cuenta los volúmenes de producción de materias primas agrícolas. El conocimiento del verdadero potencial de este recurso demanda la elaboración de inventarios detallados de los diferentes tipos de biomasa de desechos disponibles, que permitan determinar los potenciales técnicos de aprovechamiento, tomando en cuenta lo que se debe dejar en el campo para el mantenimiento de servicios ecosistémicos (véase, por ejemplo, Ronzon y Piotrowski 2017, Brosowska et al. 2016).

El uso de la biomasa de desecho puede proveer bases para el desarrollo de nuevas empresas y cadenas de valor. El cuadro 7 presenta ejemplos de *start-ups* de base biológica, con un fuerte énfasis en el uso de desechos, desarrolladas por jóvenes innovadoras de la región (menores de 35 años).

El recuadro 5 destaca el elevado ritmo de crecimiento de la literatura académica sobre el uso de desechos en la elaboración de bioproductos, observándose tendencias similares a las descritas en el recuadro 1. Ejemplos ilustrativos recientes (adicionales a los mencionados en el ámbito de las biorrefinerías) incluyen: Valdez y Carrillo (2017), para México; Makarova et al. (2017), sobre utilización de desechos vegetales; Otoni et al. (2017), sobre el desarrollo de plásticos comestibles para utilizar como empaque de alimentos; y Maina et al. (2017), desde una perspectiva de economía circular.

La cobertura en la prensa de temas relacionados con el uso productivo de los desechos podría tomarse como evidencia —anecdótica— del surgimiento en la región de iniciativas en esa dirección. El cuadro 8 presenta algunos ejemplos ilustrativos, que incluyen: la producción de energía eléctrica en Argentina para vender a la red eléctrica nacional, a partir de desecho agrícolas; el trabajo conjunto entre el sector de investigación (INTA, Argentina) y el sector de pequeños productores (Pymes queseras) para aprovechar los residuos en la producción de bioplásticos; y el aprovechamiento de las aguas servidas (Aguas Andinas, Chile).

Cuadro 7
Empresas de base bioeconómica desarrolladas por jóvenes innovadores

Actividad	Innovador	Innovación	Empresa	Página Web
Bio-remediación	Carla Laucevicius, 36 años, Panamá.	Reducción de la grasa y aceites acumulados en aguas residuales a través de un cóctel de bacterias.	Toth Research & Lab	http://www.laboratoriototh.com
Bio-plásticos	Scott Munguía, 28 años, México.	Generación de bioplásticos a partir de semillas de aguacate.	BioFase	https://www.biofase.com.mx
	Ana Laborde, 36 años, México.	Generación de bioplásticos a partir de fibras de ágave.	BioSolutions	http://www.biosolutions.mx
Bio-energía	Esteban Bermúdez, 32 años, Costa Rica	Generación de energía a partir de desechos de piña.	Escoia	http://escoia.com
	Joaquín Víquez, 32 años, Costa Rica.	Producción a escala de pequeños y medianos biodigestores	Viogaz	http://www.viogaz.com
Nuevos productos	Enrique González, 29 años, México.	Extracción de fibras, proteínas y antioxidantes de desperdicios de frutas y vegetales para su reutilización en el procesamiento de alimentos.	GeniusFoods	http://geniusfoods.co
	Dariana Rodríguez, 34 años México.	Generación de aditivos antibacterianos naturales a partir de desechos de aguacate	Avosafe	nd
	Daniel Méndez, Costa Rica.	Transformación de residuos de las plantaciones de piña para obtener productos de interés para las industrias alimentaria y farmacéutica (bromelina) y de la construcción (fibras, biomateriales).	Reuti-piña	http://reuti-pinacr.com

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 8
Noticias en la prensa sobre iniciativas a partir del uso de desechos, en Argentina, Chile y México

País	Fecha	Noticia	Breve resumen
Argentina	6 marzo 2017	Bioeléctrica venderá energía a la red nacional ^a	Bioeléctrica es una empresa integrada por 47 productores. Produce energía renovable a partir del maíz y efluentes ganaderos.
Argentina	9 agosto 2017	Crean bioplásticos con residuos de pymes queseras ^c	Investigadores del INTA lograron crear plásticos biodegradables a partir de residuos de pymes queseras.
Chile	19 junio 2017	Aguas Andinas propone plan para repotabilizar las aguas tratadas de Santiago	Agua Andinas aplica en concepto de biofactorías, con la visión de ser al 2022 autosuficiente energéticamente y generar cero emisiones.
México	3 agosto 2017	Universitaria realiza bioplástico con cáscara de aguacate para preservar fresa ^d	Pamela Alexandra Márquez Carpintheyro, estudiante de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El bioplástico que ha desarrollado cuenta con propiedades antioxidantes y como características antifúngicas y antibacterianas.

Fuente: Elaboración propia.

^a <http://www.lavoz.com.ar/negocios/bioelectrica-vendera-energia-la-red-nacional>.

^b <http://www.lanacion.com.ar/2051483-crean-bioplasticos-con-residuos-de-pymes-queseras>.

^c <http://www.revistagua.cl/2017/06/19/aguas-andinas-propone-plan-repotabilizar-las-aguas-tratadas-santiago/>.

^d <http://www.20minutos.com.mx/noticia/251692/0/universitaria-realiza-bioplastico-con-cascara-de-aguacate-para-preservar-fresa/>.

Recuadro 5
Registros sobre bioplásticos, bioproductos y temas relacionados en Google Académico, 2005-2016

Gráfico 1
Número de registros en búsquedas por título (Google Académico)

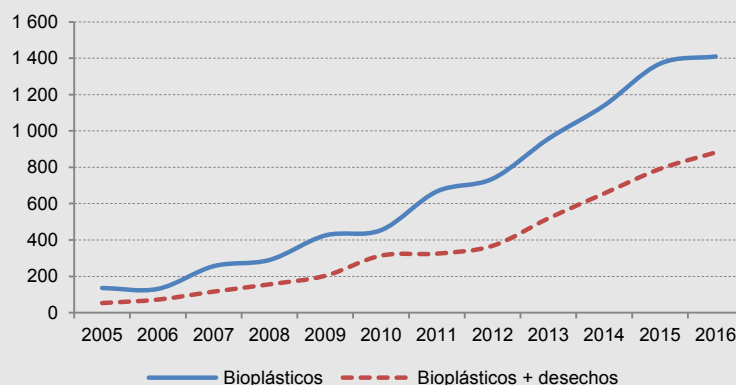
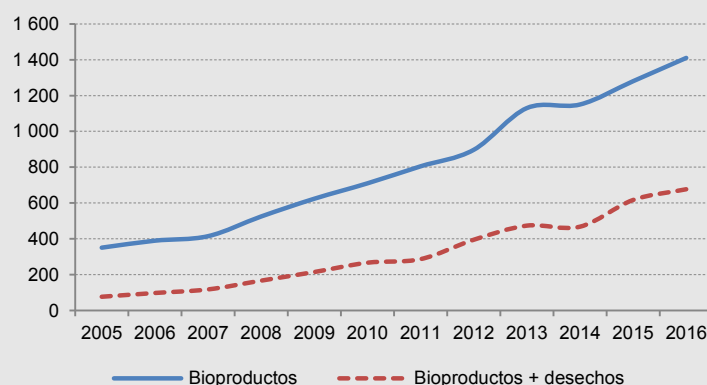


Gráfico 2
Número de registros en búsquedas por título (Google Académico)



Información derivada de Google académico indica que entre 2005 y 2016 el número de registros conteniendo temas relacionados con bioplásticos^a creció a una tasa acumulativa anual de 23,7%; y si en la búsqueda se agrega el término ~~desechos~~^b la tasa de crecimiento es del 29,1%. En el caso de los bioproductos las tasas de crecimiento son un poco menores, pero siempre significativas, 13,5% y 21,8%, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia, a partir de búsqueda en Google Scholar el 22 Agosto 2017, a 18.45 GMT.

^a Criterios de búsqueda: bioplastic OR bio-plastic OR "bio plastic" (similar para bioproductos).

^b Criterio de búsqueda: (bioplastic OR bio-plastic OR "bio plastic") AND waste (similar para bioproductos).

2. Especialización inteligente, innovación y cambio estructural con enfoque de sostenibilidad

La base de recursos biológicos condiciona el desarrollo de la bioeconomía en entornos territoriales concretos; por lo tanto, es pertinente hablar de bioeconomías, más que de bioeconomía en términos genéricos. Ello hace que el enfoque de la bioeconomía sea una alternativa para promover el desarrollo territorial rural, bajo el concepto de especialización inteligente¹⁹. Este enfoque está siendo

¹⁹ El enfoque de especialización inteligente destaca la importancia de estrategias de desarrollo productivo e innovación impulsadas por la demanda, de las asociaciones de innovación enfocadas en una mayor coordinación entre los diferentes actores sociales, y el alineamiento de los recursos y estrategias entre actores privados y públicos en los distintos niveles de gobernanza (Véase por ejemplo, <https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/smart-specialisation>).

seguido en Argentina para el desarrollo de estrategias subnacionales de bioeconomía, en las que se combinan recursos biológicos estratégicos y capacidades existentes en los territorios²⁰.

El enfoque de la bioeconomía es consistente con el desarrollo de estrategias de innovación intensivas en conocimiento para el sector agropecuario y agroindustrial, potenciando capacidades y fomentando la colaboración en biotecnología y otras tecnologías habilitantes, potenciando desarrollos en bioenergía (bioenergía biomásica; bioenergía solar, biogás), diversificando la base económica de las economías regionales (no solo producción de alimentos, sino también biomasa en un sentido más amplio) e incrementando la agregación de valor (por ejemplo, agroindustria rural, nuevas cadenas de valor de base biológica).

La bioeconomía es también un camino para el cambio estructural, desde una perspectiva de sostenibilidad. El enfoque de la bioeconomía es consistente con la Agenda de Desarrollo 2030, con los objetivos de la mitigación, la reducción de emisiones y la adaptación al cambio climático y con las aspiraciones de la inclusión económica y social. En tanto uno de sus objetivos principales es eliminar el uso de energía y recursos fósiles, la bioeconomía representa una estrategia eficaz para un cambio estructural orientado a la descarbonización de la economía.

3. Pertinencia del concepto para las políticas de desarrollo agrícola y rural

Una característica importante de los recursos biológicos, sobre todo de los recursos de la biomasa (cultivada y de desecho) es su alto costo de transporte, que incentiva su transformación directamente en el territorio en donde se produce, generándose con ello oportunidades para desarrollar procesos inclusivos de desarrollo local.

En América Latina y el Caribe la bioeconomía puede proveer nuevas opciones para el desarrollo agrícola y rural y la creación de empleos de calidad; por ejemplo, i) abriendo nuevas oportunidades para la agricultura, como una actividad ya no solo dedicada a producir alimentos e ingredientes, sino también de biomasa para usos múltiples; ii) creando oportunidades para el desarrollo de nuevas cadenas de valor, por ejemplo, a partir del uso de biomasa no alimentaria y de desechos y de la elaboración de bioinsumos para la agricultura (por ejemplo, biofertilizantes, bionematicidas, biopesticidas, biofungicidas, biocondicionadores); y iii) posibilitando el desarrollo de pymes basadas en el conocimiento, insertadas en nuevas cadenas de valor y que le brinden oportunidades de empleo y desarrollo empresarial a jóvenes y mujeres.

B. Rutas para el desarrollo de la bioeconomía²¹

Como parte de las actividades del Proyecto ALCUE-KBBE (América Latina Unión Europea-Bioeconomía Basada en el Conocimiento) se identificaron varias rutas para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe, que pueden resumirse en cinco categorías: i) explotación de los recursos de la biodiversidad y servicios ecosistémicos; ii) la intensificación ecológica; iii) aplicaciones biotecnológicas; iv) bioenergía y bioproductos (biorrefinerías); y v) mejora de la eficiencia de las cadenas de valor en el sistema alimentario (cuadro 9). Trigo et al. (2014) describen cada uno de las rutas; y Pison y Betancur (2014) presentan ejemplos de experiencias exitosas en cada uno de ellas, en la región. Dichas rutas también son exploradas por Sasson y Malpica (2017).

En la *explotación de los recursos de biodiversidad y los servicios ecosistémicos*, el potencial principal radica en la condición de la región como una de las más biodiversas del mundo; sin embargo, muchos de los países más bio-diversos (excepto Brasil) carecen de capacidades científicas para avanzar en el desarrollo de las cadenas de valor relacionadas con la biodiversidad. También hay importantes

²⁰ Véase por ejemplo, <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/simposios/>.

²¹ Esta sección se basa en información de ALCUE-KBBE, un proyecto co-financiado por la Comisión Europea como parte del Séptimo Programa Marco de Cooperación (7th Framework Program), 2011-13 (Contract No. 264266). Ver <http://www.bioeconomy-alcue.org/bioeconomy/index.php?lang=en>; Hodson (Ed., 2014) incluye contribuciones desarrolladas en el marco de dicho proyecto.

avances en el campo de los servicios ecosistémicos, tales como la creación de pagos por servicios ambientales y la participación en los mercados de carbono relacionados con la silvicultura; sin embargo, estos desarrollos han sido parte de la arquitectura del cambio climático y no han sido vistos como parte de una estrategia impulsada por la bioeconomía para el desarrollo sostenible.

La región también ha logrado avances significativos en *eco-intensificación*, pero dichos adelantos se han restringido principalmente en los países del Cono Sur, relacionados con el desarrollo de la siembra directa y la agricultura de precisión. La agricultura familiar de pequeña escala no se ha beneficiado todavía, pero se están produciendo avances prometedores a pequeña escala en Chile, por ejemplo en la automatización de procesos en la producción de frutas (por ejemplo, monitoreo de cultivos, dosificación variable, monitoreo de rendimiento). Sin embargo, hay que reconocer que mientras no se llegue a los pequeños agricultores, no se podrá hablar de que la eco-intensificación contribuya al desarrollo rural.

Cuadro 9
Rutas para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina

Ruta	Alternativas
Explotación de los recursos de biodiversidad y los servicios ecosistémicos	El elemento diferenciador es la valorización (domesticación, transformación, vinculación al mercado, etc.) de distintos tipos de biodiversidad (descubrimiento de rasgos funcionales relacionados con usos y sectores específicos, desarrollo de nuevos productos mediante transformación innovadora, desarrollo de mercados para productos locales, etc.). Contribuir al desarrollo de una economía de base biológica, creando nuevas materias primas industriales o como base para nuevas cadenas de valor en los productos fitoterapéuticos, cosméticos y otras áreas. Incluir los procesos por los cuales el medio ambiente produce recursos utilizados por los seres humanos tales como aire limpio, agua, alimentos y materiales. El desarrollo de sistemas de créditos de carbono, estrategias de ecoturismo y mecanismos de gestión y valoración del agua son puntos de entrada específicos que deben considerarse en relación con los servicios ecosistémicos en el marco de un enfoque de bioeconomía.
Eco-intensificación	La eco-intensificación se refiere a las prácticas dirigidas a mejorar el desempeño ambiental de las actividades agrícolas, sin sacrificar los niveles de producción / productividad existentes. Su objetivo es lograr un equilibrio entre los beneficios agrícolas, ambientales, económicos y sociales, buscando un uso más eficiente de los recursos energéticos y enfocándose en reducir el uso de combustibles fósiles, pesticidas y otros contaminantes. Ejemplos de estrategias específicas de eco-intensificación incluyen prácticas agrícolas de siembra directa, estrategias de agricultura de precisión, manejo integrado de plagas y nutrientes.
Aplicaciones biotecnológicas	Se refiere a productos, herramientas y procesos, incluyendo cultivo de tejidos industriales, selección asistida por marcadores en cultivos y ganadería, semillas genéticamente modificadas, diagnóstico molecular, mejoramiento de reproducción animal mediante técnicas moleculares, enzimas modificadas, microorganismos y levaduras, etc. Se aplican en todo el espectro de las aplicaciones agrícolas y se extienden tanto hacia arriba en la gestión de los recursos naturales como hacia abajo en las industrias de alimentos, fibras y productos químicos y en el suministro de bioenergía
bioenergía y bio-productos (biorrefinerías)	Incluye el sector de la bioenergía y los procesos destinados a la sustitución de insumos industriales de base energética-material fósil. Ejemplos son las plantas productoras de etanol, biodiesel, biogás y diferentes actividades orientadas a la química verde. Las biorrefinerías y bio-productos son uno de los componentes clave del concepto de bioeconomía y, en su esencia, son similares a las refinerías de petróleo, instalaciones destinadas a transformar la biomasa en un amplio espectro de productos comercializables y energía. Las tecnologías de biorrefinería en pequeña escala pueden funcionar con diferentes existencias biomasa cultivada y de desecho y requieren una inversión baja por unidad de producto, acelerando y multiplicando los impactos a nivel local.
Mejoras en la eficiencia de las cadenas de valor agroalimentarias	Incluye actividades que (i) reduzcan las pérdidas poscosecha a cualquier nivel que estén ocurriendo, y (ii) apuntan a desarrollar los vínculos de mercado necesarios para productos innovadores basados en la biología.

Fuente: Trigo E.J., Henry G., Sanders J., Schurr U., Ingelbrecht I., Revel C., Santana C., Rocha P., *Towards bioeconomy development in Latin America and the Caribbean*, Bioeconomy Working Paper No.2013-01. ALCUE KBBE FP7 Project No. 264266, 15 p.

Una situación similar se presenta en el ámbito de las *aplicaciones biotecnológicas*, con los principales desarrollos relacionados con el desarrollo de OGM, como parte de un paquete tecnológico que acompaña la siembra directa y la agricultura de precisión a gran escala. La mayor parte del conocimiento en este campo proviene de fuera de la región y los desarrollos han sido impulsados por grandes compañías usualmente en las cadenas de semillas y fertilizantes (por ejemplo, Monsanto). Sin embargo, hay avances prometedores en algunos centros de investigación y desarrollo agrícola, como Embrapa en Brasil (desarrollo de una variedad de frijol genéticamente modificado resistente al virus del mosaico dorado), INTA en Argentina (variedades de girasol y trigo tolerantes / resistentes a la sequía), e INIFAP / CIMYT en México (desarrollo de variedades de trigo resistentes a la salinidad y al calor). Al igual que en otros ámbitos, las capacidades científicas en biotecnología se limitan a unos pocos países (Brasil, Argentina, Chile, México, Colombia y Cuba, principalmente) (ver sección IV).

En el área de *bioenergía y bioproductos (biorrefinerías)* las principales experiencias se refieren a los biocombustibles, con los desarrollos más importantes en Brasil con el etanol de caña de azúcar; y más recientemente Argentina, que se ha convertido en un importante actor mundial en el mercado del biodiesel a base de soja. Muchos países han aprobado leyes de mezcla de biocombustibles con combustibles fósiles, pero debido a la escala el potencial principal se restringe a unos pocos países, como Brasil (bioetanol de caña de azúcar), Argentina (biodiesel de soja) y Colombia (biodiesel de etanol de palma y aceite de palma). Estas cadenas, sin embargo, están poco desarrolladas, ya que se restringen a la producción de biocombustibles líquidos, sin que se haya avanzado significativamente en el desarrollo de bioproductos de mayor valor agregado. Además, el potencial de los desarrollos de biocombustibles a pequeña escala orientados a la intensificación energética en las zonas rurales remotas todavía no ha sido suficientemente explotado.

En materia de *mejoras en la eficiencia de las cadenas de valor agroalimentarias*, dada la característica de la región como productora agrícola, las principales potencialidades están relacionadas con la reducción de las pérdidas pos cosecha y el aprovechamiento productivo de los residuos agrícolas. Las discusiones recientes sobre el futuro de los sistemas alimentarios en un contexto de cambio global (por ejemplo, globalización, cambio climático) también proporcionan espacios para mejorar la eficiencia, por ejemplo, reduciendo las huellas ambientales (por ejemplo, carbono, agua). Esto también se refiere al concepto de biorrefinería, en el que se utiliza cada molécula, así como al principio de cascada de valor, que se refiere al uso múltiple de los recursos, incluyendo el uso primario y de los residuos, el reciclado (utilización en la producción) y la recuperación de recursos (recuperados después del consumo). Estos conceptos están estrechamente relacionados con el concepto de sistemas alimentarios sostenibles y la noción de valor agregado en cascada, donde el principal resultado es cerrar el ciclo de producción con un mínimo de pérdidas de energía en forma de residuos sólidos o efluentes al ambiente.

Es importante reconocer que, dadas las dotaciones específicas de recursos biológicos y de las capacidades y las prioridades de la cada sociedad, a nivel nacional se pueden identificar otras vías para el desarrollo de las Estrategias Nacionales de Bioeconomía. De hecho, en ALC es aún más evidente que no podemos hablar de bioeconomía en términos genéricos, sino de bioeconomías, incluso al interior de los países, como ha sido el caso en el proceso que se está desarrollando en Argentina.

C. Marcos de políticas relevantes para la bioeconomía

Las recursos estratégicos para el desarrollo de la bioeconomía en la región (sección A) y las rutas estratégicas identificadas por el Proyecto Alcúe-KBBE (sección B) permiten identificar tres grandes áreas para el desarrollo de la bioeconomía: a) producción y uso sostenible de biomasa en la producción de alimentos, fibras, forrajes y energía; b) uso sostenible de los recursos de la agrobiodiversidad; y c) utilización de los desechos biomásicos derivados de los procesos de producción y consumo.

Estas áreas se asocian con procesos de diversa naturaleza —tales como la bioprospección, la aplicación de la biotecnología, la bioinnovación, las biorrefinerías— de los cuales derivan productos tales como la bioenergía, biomateriales, bioinsumos agrícolas, biofármacos y biocosméticos, entre otros. En este apartado se identifican ámbitos institucionales y de políticas que ya existen en la región y que son relevantes para el desarrollo de estrategias dedicadas de bioeconomía basadas en los recursos identificados. Se incluyen políticas de innovación y políticas de sostenibilidad en ámbitos relacionados (por ejemplo,

agricultura sostenible, ganadería sostenible, pago de servicios ambientales, entre otras), así como las aplicaciones de la biotecnología; el aprovechamiento de la biodiversidad y los recursos forestales; y el manejo de residuos y producción de bioenergía. En los siguientes apartados se presenta un breve resumen de la situación en dichas áreas en 10 países de la región²²; la revisión incluye los elementos que se consideran más destacados; por lo tanto, no es exhaustiva. El detalle se presenta en el Anexo II.

1. Marcos institucionales y de políticas en innovación

En todos los países incluidos en el análisis hay institucionalidad en el ámbito de la innovación, que incluye la existencia de ministerios, o secretarías de ciencia y tecnología o innovación (todos los países), de sistemas nacionales de innovación (todos los países), de planes nacionales de ciencia y tecnología/innovación (excepto Ecuador), de leyes de ciencia y tecnología/innovación (excepto Chile y Ecuador) y de mecanismos de incentivos (todos los países). Además, en cuatro de los diez países (Chile, Costa Rica, Colombia, Perú) existen comisiones o consejos de competitividad, en las que generalmente participa el sector privado. En el cuadro 10 se resumen los principales elementos identificados.

Cuadro 10
América Latina y el Caribe, 10 países: marcos institucionales en innovación
Países e instrumentos

Elementos	AR	BR	CL	CO	CR	CU	EC	MX	PE	UY
Ciencia y Tecnología	L, M	L, M	M	L, C	L, M	L, M	M	L, M	L, M	L, C
Plan Nacionales de C y T / innovación										
Sistema Nacional de Innovación										
Mecanismos de incentivos										
Órganos Nacional de competitividad										

Fuente: Elaboración propia.

Nota: L = Ley; M = Ministerio o Secretaría; C = Comisión o ente de menor rango a ministerio o secretaría.

En algunos países los ministerios o secretarías tienen atribuciones en otros temas; por ejemplo, educación superior en Ecuador (Secretaría de Educación Superior, Ciencia Tecnología e Innovación), telecomunicaciones en Costa Rica (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones) y ambiente en Cuba (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). En Argentina, además del Ministerio también existe el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); y en Costa Rica el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT).

2. Políticas de desarrollo sostenible relacionadas

En todos los países existen al menos dos programas en alguno de los siguientes ámbitos (cuadro 11): acuicultura sostenible (excepto Ecuador y Cuba), ganadería sostenible (excepto Cuba y Perú), agricultura sostenible (excepto Argentina, Colombia, Ecuador y México), desarrollo rural/agricultura familia (excepto Ecuador y Cuba).

Todos los países han ratificado la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) y el Acuerdo de París y tienen iniciativas en ese ámbito; y seis incluyeron iniciativas de mitigación en sus iNDCs, en el marco de la CMNUCC (Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, México y Uruguay). Además, tres países disponen de iniciativas de “crecimiento verde” (Chile, Colombia y Perú) y dos en el ámbito del biocomercio / comercio verde (Colombia y Perú).

²² Los países incluidos son Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, México, Perú y Uruguay. La información está actualizada a junio de 2017.

Algunas de las iniciativas más destacadas son el Programa de Agricultura Baja en Carbono (ABC) de Brasil; el Programa de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios en Chile; la NAMA del sector cafetalero y la Estrategia de Ganadería Baja en Carbono de Costa Rica; y la Ley de Conservación, Uso y Manejo Adecuado de los Suelos y de las Aguas en Uruguay. También es importante destacar las leyes y programas en el ámbito de la agricultura familiar, que tuvieron un impulso importante en el marco del Año Internacional de la Agricultura Familiar (2014).

Cuadro 11
América Latina y el Caribe, 10 países: marcos institucionales en estrategias relacionadas

Países e instrumentos

Elementos	AR	BR	CL	CO	CR	CU	EC	MX	PE	UY
Agricultura sostenible	L	L	L		L	E		L	L	
Ganadería sostenible		E	E	E	E	E	E	E	E	E
Acuicultura sostenible	E	E	E	E	E			E	E	E
Agricultura familiar / desarrollo rural	L	L	E	E	E			L	E	L
Cambio climático	L	L		L				L		L
Ratificación CMNUCC	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Ratificación Acuerdo de París	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Crecimiento verde			E	E					E	
Biocomercio / negocios verdes				E					E	

Fuente: Elaboración propia.

Nota: L = Leyes; E = Estrategias, políticas, programas, proyectos y planes.

3. Promoción y regulación de la biotecnología

Aunque en todos los países existe al menos uno de los instrumentos identificados (cuadro 12), la situación en este ámbito es más diversa. En los diez países existe ya sea una ley de obtenciones vegetales, de organismos genéticamente modificados (OGM) o de semillas; en siete de ellos (excepto Chile, Ecuador y Perú) existe una Comisión de Bioseguridad o una Comisión de Biotecnología; y también en siete países existe una Ley de Bioseguridad (excepto Argentina, Chile y Ecuador).

Además, siete de los diez países han ratificado el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica; y en seis países existen leyes o programas para la promoción de la biotecnología (excepto Costa Rica, Cuba, México y Perú). El elemento distintivo en este caso es la existencia de legislación sobre moratoria (Perú) o de país libre de OGM (Ecuador).

Cuadro 12
América Latina y el Caribe, 10 países: marcos institucionales en biotecnología

Países e instrumentos

Elementos	AR	BR	CL	CO	CR	CU	EC	MX	PE	UY
Promoción	L	L	L	L					E	L
Ley obtenciones vegetales o similares / semillas										
Ratificación del Protocolo de Cartagena										
País libre / moratoria OGM							P		M	
Ley Bioseguridad, OGM o similar		L				L		L	L	L
Consejo bioseguridad o biotecnología	Bt	Bt		Bs	Bs	Bs		Bs		Bs

Fuente: Elaboración propia.

Nota: L = Leyes; E = Estrategias, políticas, programas, proyectos y planes; P = país libre de OGM; M = moratoria OGM; Bt = Comisión Nacional de Biotecnología; Bs = Comisión Nacional de Bioseguridad o similar.

4. Biodiversidad y forestal

Estos son los ámbitos en que existe una mayor densidad institucional y de políticas (cuadro 13). En los diez países incluidos en el análisis existen leyes del ambiente. Todos los países han ratificado el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y disponen de estrategias o políticas nacionales de biodiversidad. Además, siete de los 10 países han ratificado (Argentina, Ecuador, México, Perú y Uruguay) o adherido (Brasil, Cuba) al Protocolo de Nagoya sobre acceso a recursos genéticos. En cinco países existen leyes específicas de biodiversidad o vida silvestre (Brasil, Colombia, Costa Rica, México y Perú). En todos los países también existen leyes e incentivos forestales y en nueve casos (excepto Colombia) existe una Comisión Nacional Forestal. El elemento más distintivo es la existencia de mecanismos de pagos por servicios ambientales en cuatro países (Colombia, Costa Rica, Ecuador y México).

Cuadro 13
América Latina y el Caribe, 10 países: marcos institucionales en biodiversidad y forestal
Países e instrumentos

Elementos	AR	BR	CL	CO	CR	CU	EC	MX	PE	UY
Ambiente	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Biodiversidad / vida silvestre	E	L, E	E	L, E	L, E	E	E	L, E	L, E	E
Convenio Biodiversidad.	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Protocolo de Nagoya	Rt	Ad				Ad	Rt	Rt	Rt	Rt
Sector Forestal	L, If	L, If	L, If	L, If	L, If	L, If	L, If	L, If	L, If	L, If
Comisiones Asesoras	B	B	B, F	B, F	B, F	B, F	B, F	B, F	B, F	B, F
Mecanismos de PSA y similares										
Semillas	L, Is	L	L	L	L, Is	L, Is	L	L	L	L, Is

Fuente: Elaboración propia

Nota: L = Leyes; E = Estrategias, planes nacionales; If = incentivos forestales; B = Comisión asesora en biodiversidad o similar; F = Comisión asesora forestal; Is = Instituto de semillas o similar; Rt = Ratificado; Ad = Adherido

5. Bioenergía y uso de desechos

En todos los países existen ya sea leyes o iniciativas para la promoción de los biocombustibles, para la promoción de energías renovables o para el manejo de desechos. Además, en cinco países hay iniciativas específicas para la utilización de desechos agrícolas, generalmente en la producción de bioenergía (cuadro 14).

En el ámbito de los biocombustibles siete países disponen de algún tipo de legislación (excepto Costa Rica, Cuba y Ecuador). La legislación es diversa, pudiendo referirse tanto a la promoción de su producción, como al desarrollo del mercado, generalmente mediante normas de mezcla con combustibles fósiles. Un caso en donde todas estas dimensiones son explícitas es el de Uruguay, mediante la Ley de Fomento y Regulación de la Producción, comercialización y Utilización de Agrocombustibles (Ley 18.195). En Costa Rica y en Ecuador existe Programas Nacionales, mientras que en Cuba hay iniciativas principalmente en el ámbito de la investigación. Además, en algunos casos se destaca el rol del sector agropecuario, pues se hace referencia explícita a la producción de agroenergía (Ecuador, Programa de Biocombustibles y Agroenergía) y agrocombustibles (Uruguay).

Cuadro 14
América Latina y el Caribe, 10 países: Marcos institucionales en bionergía y manejo de desechos
Países e instrumentos

Elementos	AR	BR	CL	CO	CR	CU	EC	MX	PE	UY
Biocombustibles	L	L	L	L	E	E	E	L	L	L
Energías renovables	L	L	L	L	E	E	E	L	L	L
Manejo / gestión de desechos	L	L	L	E	L	L	E	L	L	L
Uso de desechos agrícolas	E	E			E			E		E

Fuente: Elaboración propia.

Nota: L = Leyes; E = Estrategias, políticas, programas, proyectos y planes.

En el ámbito del aprovechamiento de residuos dos iniciativas destacables son el Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa (Probiomasa), en Argentina, ejecutado por el Ministerio de Agroindustria. Y el Proyecto Bio Valor del Uruguay, una iniciativa que busca apoyar al sector agropecuario y agroindustrial en la transformación de sus residuos en energía o en otros productos de valor.

D. Incentivos

Todos los países disponen de algún tipo de incentivo financiero, ya sea en el ámbito de la ciencia la tecnología y la innovación o en ámbitos específicos, relevantes para apoyar el desarrollo de la bioeconomía (cuadro 15).

Cuadro 15
América Latina y el Caribe, 12 países: Incentivos para la promoción de la bioeconomía

País	Incentivo
Argentina	Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica Fondo Tecnológico Argentino Fondo Argentino Sectorial
Brasil	Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico Fondo Brasileño para la Biodiversidad Fondo Amazonas
Chile	Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnología e Innovación Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias Fondo de Innovación para la Competitividad Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura
Colombia	Fondo Nacional de Financiamiento de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas
Costa Rica	Fondo de Incentivos al Desarrollo Científico y Tecnológico Programa Nacional de Innovación y Capital Humano para la Innovación Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
Cuba	Fondo Financiero para la Ciencia y la Innovación.
Ecuador	Fideicomiso para el Emprendimiento y la Innovación Fondos Concursos SENESCYT Fondo Capital de Riesgo
México	Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico y Tecnológico y la Innovación Fondo Sectorial CONACYT- Secretaría de Energía-Sustentabilidad Energética Fondo Sectorial de Investigación CONACYT-INEGI Fondo Sectorial de Innovación
Perú	Fondo Nacional de Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica Fondo para la Innovación, la Ciencia y la Tecnología Fondo de Investigación y Desarrollo de la Competitividad Fondo Marco para la Investigación en Ciencia y Tecnología Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Peruana
Uruguay	Fondos Agencia Nacional de Innovación (innovación, emprendimiento, investigación y formación).

Fuente: Elaboración propia.

En todos los países existe un Fondo, ya sea para la investigación, científica y tecnológica (Argentina), para el desarrollo científico y tecnológico (Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica), para el desarrollo científico y tecnológico y la innovación (Chile, Perú), para la ciencia y la innovación (Cuba), para la ciencia y la tecnología (Colombia, México) y para la investigación (Perú, Uruguay) o investigación en áreas prioritarias (Chile).

También existen fondos específicos para el fomento tecnológico (Argentina), la innovación (Costa Rica, México, Uruguay), el emprendimiento (Uruguay), el emprendimiento y la innovación (Ecuador), la competitividad (Chile, Perú) y la formación (Ecuador, Uruguay).

Además, existen fondos sectoriales generales (Argentina) y específicos (Chile-Pesca y acuicultura; Costa Rica-Forestal y servicios ambientales; Brasil-Biodiversidad; México-sostenibilidad energética), así como fondos regionales (Brasil, México), de capital de riesgo (Ecuador) y para Pymes (Costa Rica).

E. El papel del sector privado

En todas las estrategias dedicadas de bioeconomía que se han desarrollado alrededor del mundo el sector privado tiene un rol central. El cuadro 16 presenta una lista de entidades relevantes en los ámbitos de biotecnología, bioenergía y otros, en los 10 países analizados. En todos los casos existe al menos una entidad en cada uno de esos ámbitos y entre ellas se incluyen organizaciones gremiales y centros de investigación y de pensamiento privados o público-privados.

Cuadro 16
América Latina y el Caribe, 10 países: Institucionalidad privada en ámbitos relevantes para el desarrollo de la bioeconomía

País	Bioteología	Bioenergía	Otros
Argentina	Asociación de Semilleros Argentinos Instituto de Agrobiotecnología Rosario Consejo Argentino para la Información y Desarrollo de la Biotecnología Cámara Argentina de Biotecnología	Cámara Argentina de Energías Renovables Cámara de Empresas Pyme Regionales Elaboradoras de Biocombustibles Cámara Argentina de Biocombustibles	Bolsa de Cereales de Buenos Aires Consejo Argentino para el Desarrollo Sostenible Fundación Argentina de Nanotecnología
Brasil	Consejo de Información sobre Biotecnología Asociación Brasileña de Biotecnología Industrial	Unión de la Industria de la Caña de Azúcar Alianza Brasileña para Biocombustibles de Aviación Unión Brasileña de Biodiesel o Bioquerosenes Instituto Brasileño de Petróleo, Gas y Biocombustibles Asociación de Productores de Biodiesel de Brasil	Centro de Gestión de Estudios Estratégicos (CGEE) Asociación Brasileña de Reciclaje Animal Articulación Nacional de Agroecología.
Chile	Instituto de Dinámica Celular y Biotecnología Asociación Nacional de Productores de Semillas Asociación Gremial Chile Bio Crop Life	Asociación Chilena de Energías Renovables	Instituto de Fomento Pequero.
Colombia	Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.	Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia, Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia	Consejo Privado de Competitividad Centro para la Investigación en Sistemas de Producción Agropecuaria Corporación Biocomercio de Colombia.

Cuadro 16 (conclusión)

País	Bioteología	Bioenergía	Otros
Costa Rica	Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas Consortio de Empresas de Biotecnología de Costa Rica	Asociación Costarricense de Productores de Energía	Instituto Nacional de Biodiversidad Centro Nacional de Alta Tecnología
Cuba	BioCubaFarma	Cuba Solar	Asociación Cubana para la Ciencia y la Tecnología de los Alimentos
Ecuador	Cámara Ecuatoriana de la Industria de la Innovación y Tecnología Agrícola	Fundación de Fomento de Exportaciones de Aceite de Palma y sus derivados de origen nacional Corporación para la Investigación Energética Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar.	Alianza para el Emprendimiento y la Innovación.
México	Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, A.C Sociedad Mexicana de Biología Celular Sociedad Mexicana de Ciencias Genómicas Agro Bio México Clusters de biotecnología en Guanajuato, Jalisco, Morelos, Nuevo León y Querétaro	Red Mexicana de Bioenergía Asociación Nacional de Energía Solar Asociación Mexicana de Energía Eólica	Sociedad Mexicana de Bioquímica, A.C. (SMB) Laboratorio Nacional de Nanotecnología Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN) Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica A.C.
Perú	Asociación Peruana para el Desarrollo de la Biotecnología	Cámara Peruana de Energías Renovables	Cámara Peruana de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
Uruguay	Asociación Uruguay de Biotecnología Cámara Uruguaya de Semillas.	Cámara Solar del Uruguay	Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas

Fuente: Elaboración propia.

En el ámbito de la biotecnología destacan las asociaciones de semilleros y similares (Argentina, Chile, Uruguay) y las cámaras, consejos y asociaciones de empresas (Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Ecuador, México, Perú, Uruguay). También es destacable la existencia de centros de investigación con participación público-privada en Argentina (Instituto de Agrobiotecnología de Rosario), Chile (Instituto de Dinámica Celular y Biotecnología), Colombia (Cenipalma y Cenicaña) y Costa Rica (Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas). Existen entidades dedicadas a la divulgación de información y desarrollo de la biotecnología en Argentina (Consejo Argentino para la Información y Desarrollo de la Biotecnología), Brasil (Consejo de Información sobre Biotecnología) y Chile (ChileBio). Y consorcios empresariales en Costa Rica (Consortio de Empresas de Biotecnología de Costa Rica) y Cuba (BioCubaFarma, Grupo de las Industrias Biotecnológica y Farmacéutica de Cuba).

En materia de bioenergía dominan las entidades relacionadas con la producción de biocombustibles (Argentina, Brasil, Colombia), con las energías renovables en general (Argentina, Chile, Costa Rica, Perú) o en ámbitos específicos como la energía solar (Cuba, México, Uruguay) y eólica (México). En términos de los materias primas para la producción de bioenergía destacan las entidades relacionadas con la producción de caña de azúcar (Brasil, Colombia, Ecuador) y palma aceitera o biodiesel (Brasil, Colombia, Ecuador).

En otros ámbitos destacan:

- En Argentina, la Bolsa de Cereales de Buenos Aires, que ha sido pionera dentro del sector privado en la promoción e investigación en bioeconomía, habiendo elaborado la primera cuantificación de su importancia en la economía del país (Wierny et al., 2015);

- En Brasil, el Centro de Gestión de Estudios Estratégicos, cuya misión es apoyar procesos de toma de decisiones en temas relacionados con la ciencia, la tecnología y la innovación, a través de estudios en prospección y evaluación estratégica basados en la amplia articulación con especialistas e instituciones del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CNCTI).
- En Colombia, el Consejo Privado de Competitividad de Colombia, que está contribuyendo activamente en la construcción de una estrategia de bioeconomía para el país²³, así como la Corporación Biocomercio;
- En Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad, y el Centro Nacional de Alta Tecnología, con laboratorios en tecnologías habilitantes para el desarrollo de la bioeconomía (biotecnología, nanotecnología y TICs);
- En Ecuador, la Alianza para el Emprendimiento y la Innovación, una red de actores públicos, privados y académicos que busca fomentar el emprendimiento y la innovación;
- En Uruguay, el Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas, una Fundación independiente y sin fines de lucro, dedicada a difundir, investigar y capacitar en el uso de tecnologías apropiadas.
- Además, existen entidades empresariales privadas en el ámbito del desarrollo sostenible en Argentina (Consejo Argentino para el Desarrollo Sostenible) y Perú (Cámara Peruana de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible).

²³ Véase contribución en <http://blog.ciat.cgiar.org/es/la-bioeconomia-motor-de-desarrollo-integral-para-colombia/>.

IV. La importancia económica de la bioeconomía: aporte a las exportaciones

Para tener una primera aproximación sobre la importancia económica de la bioeconomía, en esta sección se presenta un análisis (preliminar) de la composición de las exportaciones en 22 países de América Latina y el Caribe (ALC). Se parte de la premisa de que las exportaciones son un indicador relevante de la importancia económica de un sector o actividad productiva.

A. Metodología para el análisis

Las exportaciones a cuatro dígitos de la clasificación de productos del Sistema Armonizado se agrupan en cinco grandes categorías:

- Bioeconomía de productos básicos: productos derivados directamente de sectores primarios de base biológica (agricultura y agroindustria; pesca, acuicultura y productos derivados; productos forestales e industria de la madera);
- Bioeconomía de valor agregado productos básicos: productos con algún grado de procesamiento, a partir de sectores primarios de base biológica (industria alimentaria; pulpa de madera e industria del papel; textiles basados en fibras naturales y productos de cuero; biodiesel; bioetanol y otros alcoholes; bioenergía sólida);
- Bioeconomía de alto valor agregado, sectores manufactureros con una base de materias primas de base biológica (productos químicos de base biológica; productos farmacéuticos de origen biológico; bioplásticos; y perfumería y cosmética de origen biológico);
- Economía mineral y fósil, productos derivados de los sectores de la minería y de base fósil; y
- Otras manufacturas, el resto de sectores, que en su totalidad son sectores productores de manufacturas.

En el cuadro III.1 se presenta la relación entre los sectores incluidos en las diferentes secciones de Sistema Armonizado a dos dígitos y los sectores incluidos en la clasificación propuesta.

En algunos casos la clasificación es directa; por ejemplo, todos los rubros de las secciones I (animales vivos y productos del reino animal) y II (productos del reino vegetal) son clasificados en el sector —agricultura y agroindustria”, que forma parte de la categoría —Bioeconomía de productos básicos”. Sin embargo, en la mayoría de los casos es necesario recurrir a la clasificación a cuatro dígitos, incluso dentro de un mismo rubro de bioeconomía. Es por ejemplo el caso del código 18 (cacao y preparaciones de cacao) en el cual algunos rubros son clasificados en —agricultura y agroindustria”, y otros en industria alimentaria; en el primer caso se trata de bioeconomía de productos básicos (por ejemplo, las exportaciones de grano sin procesar); y en el segundo de bioeconomía de valor agregado a productos básicos (por ejemplo, chocolates).

En otros casos la clasificación a cuatro dígitos es insuficiente, pero para efectos de este documento proporciona una aproximación adecuada. Esa es la situación, principalmente con productos en la sección IV (productos de las industrias químicas o de las industrias conexas). A partir de la clasificación a cuatro dígitos los rubros en esta sección pueden clasificarse como bio-combustibles, productos farmacéuticos o bio-farmacéuticos, productos cosméticos o bio-cosméticos, y productos químicos o químicos de base biológica. Sin embargo, existen algunos rubros cuyo origen puede ser fósil o biológico, sin que esa distinción pueda realizarse a cuatro dígitos. Un caso notable es el Metanol (código 2905), que puede extraerse de fuentes fósiles (gas natural) o de fuentes biológicas (madera). Para efectos del documento ha sido clasificado en la industria química (y no como químico de origen biológico); un criterio parecido se ha utilizado en casos similares, a efecto de no sobre-estimar el componente bioeconómico.

B. La bioeconomía y la estructura de las exportaciones

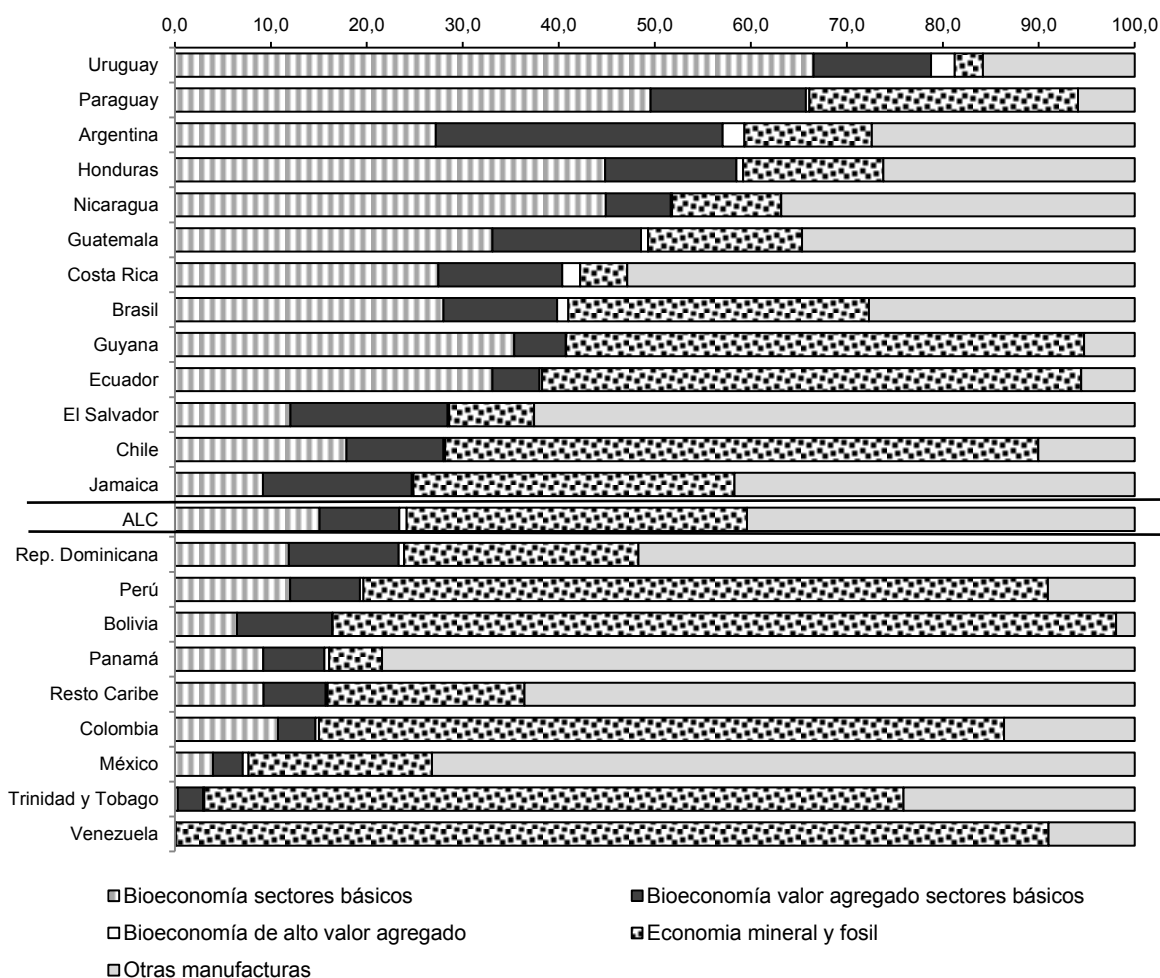
El gráfico 1 presenta la composición de las exportaciones de 22 países de la región entre los cinco grandes agregados. En los extremos destacan Uruguay y Venezuela, respectivamente, como los países con la mayor y menor proporción de exportaciones de bioeconomía. El detalle por tipo de productos se presenta en el Anexo III.

En función de la importancia de la bioeconomía y de la relación entre las exportaciones de los sectores de manufactura y economía minera y fósil se pueden establecer cuatro grandes grupos de países (gráfico 2),

- i. ***Países con alta proporción de exportaciones de la bioeconomía (más que el promedio regional, 24,2%) y mayor proporción de manufacturas que de productos minerales o fósiles).*** En este grupo se ubicarían países en donde la bioeconomía tendría un mayor potencial, pues a) ya tienen una base de exportaciones de bioeconomía importante y b) poseen una base de exportaciones de manufacturas también relevante, lo que podría facilitarles las posibilidades de expandir la producción de manufacturera de base bioeconómica. Los países en este grupo son —por orden de importancia de sus exportaciones bioeconómicas— Uruguay, Argentina, Honduras, Nicaragua, Guatemala, Costa Rica, El Salvador y Jamaica. Costa Rica se distingue por ser el único país con más de 40% de exportaciones de ambos tipos.
- ii. ***Países con alta proporción de exportaciones de la bioeconomía (más que el promedio regional, 24,2%) y mayor proporción de productos minerales o fósiles que de manufacturas.*** Este grupo incluye —por orden de importancia de sus exportaciones bioeconómicas— a Paraguay, Guyana, Brasil, Ecuador y Chile. Brasil se distingue por el mayor balance entre los tres tipos de productos (bioeconomía, manufacturas y productos minerales y fósiles) y en particular, por la mayor proporción de exportaciones de manufacturas (27,7% vs. Aprox. 6% en Ecuador, Guyana y Paraguay y 10% en Chile).
- iii. ***Países con baja proporción de exportaciones de la bioeconomía (menos que el promedio regional, 24,2%) y mayor proporción de manufacturas que de productos minerales o fósiles.*** Este grupo incluye a República Dominicana, Resto del Caribe, Panamá y México; sin embargo, México y Panamá destacan por la alta proporción de exportaciones de manufacturas (más del 70% del total).

- iv. **Países con baja proporción de exportaciones de la bioeconomía (menos que el promedio regional, 24,2%) y mayor proporción de productos minerales o fósiles que de manufacturas.** Este grupo incluye —por orden de importancia de las exportaciones de productos minerales y fósiles— a Venezuela, Bolivia, Colombia, Perú, y Trinidad y Tobago.

Gráfico 1
América Latina y el Caribe: composición de las exportaciones por tipo de economía y países
 Porcentajes del total de exportaciones 2010-2015

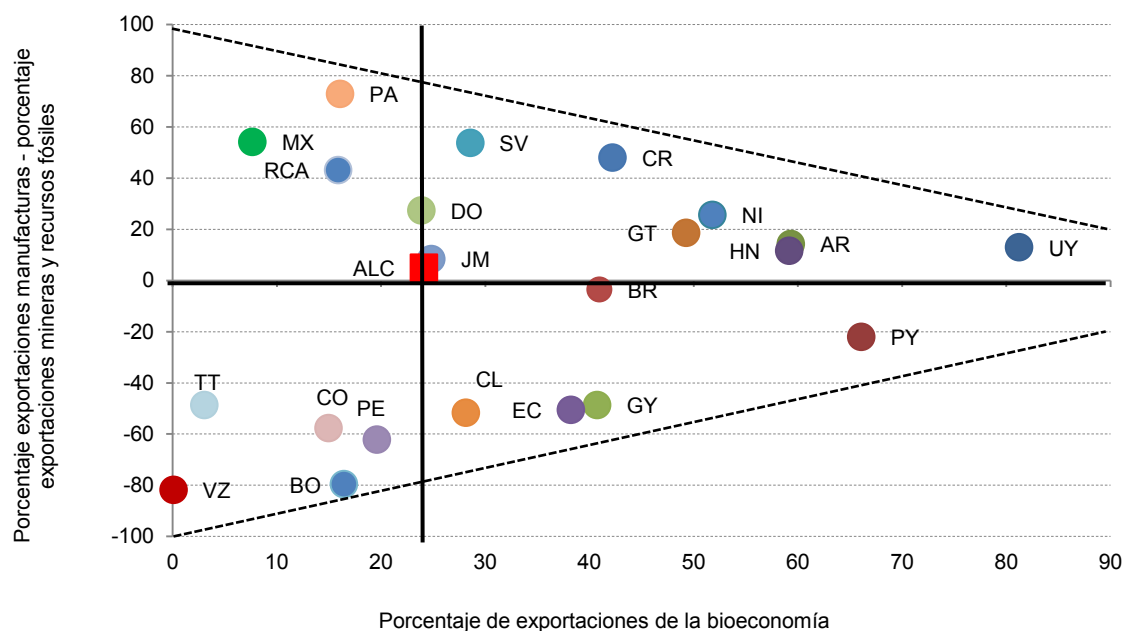


Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Comtrade.

El cuadro 17 da una visión más amplia de la composición de las exportaciones de cada tipo de bioeconomía. En todos los países el componente dominante de las exportaciones de productos básicos de base biológica son los productos de la agricultura y la agroindustria; más de un tercio del total de las exportaciones en Uruguay (58,7%), Paraguay (48,9%), Nicaragua (38,7%) y Honduras (37,4%); y sobre el promedio regional (13,3%) también en Guatemala (31,6%), Brasil (27,0%), Costa Rica (25,4%), Argentina (24,9%) y Ecuador (18,5%). Las exportaciones de productos de pesca y acuicultura y derivados superan el promedio regional (1,3%) en Ecuador (13,5%), Honduras (6,5%), Guyana (5,8%), Nicaragua (5,8%), Chile (5,6%), Panamá (3,2%), Perú (3,2%), Uruguay (2,1%) y Argentina (2,0%). Y únicamente cuatro países tienen exportaciones de productos forestales y de la industria de la madera superiores a 1%: Uruguay (5,8%), Guyana (3,8%), Chile (2,5%) y Ecuador (1,1%).

Gráfico 2
América Latina y el Caribe: relación entre las exportaciones de la bioeconomía,
las exportaciones de manufacturas y las exportaciones de la economía
minera y fósil, por países

Porcentajes (eje horizontal) y puntos porcentuales (eje vertical)



Fuente: Elaboración propia.

La composición de las exportaciones de la bioeconomía de valor agregado en sectores básicos es más variada²⁴ (gráfico 4). Las exportaciones de la industria alimentaria son superiores al promedio regional (5,8%) en Argentina (27,3%), Paraguay (13,3%), Jamaica (11,8%), Costa Rica (11,0%), Guatemala (11,0%), Honduras (10,4%), El Salvador (8,9%), Bolivia (8,7%), Brasil (6,2%) y Perú (6,1%). Argentina es el único país en el cual las exportaciones de la industria alimentaria (27,3%) supera las exportaciones de la agricultura y la agroindustria (24,9%). Las exportaciones de textiles naturales y productos de cuero superan el promedio regional (0,9%) en Uruguay (6,7%), la República Dominicana (4,3%), Paraguay (2,2%), El Salvador (2,0%), Panamá (2,0%), Argentina (1,9%), Brasil (1,9%) y Panamá (1,1%). Las exportaciones de pulpa y de la industria del papel superan el promedio regional (1,4%) únicamente en El Salvador (5,0%), Chile (4,4%), Brasil (3,2%), Honduras (3,1%) y Guatemala (2,2%). Las exportaciones de bioetanol tienen un peso superior a 0,5% del total únicamente en El Salvador (0,5%), Bolivia (0,6%), Brasil (0,6%), Guatemala (1,2%) y Jamaica (3,6%). Y las exportaciones de bio-energía sólida tienen alguna importancia únicamente en Uruguay (1,2%), Chile (0,5%) y Paraguay (0,4%).

Finalmente, las exportaciones de la bioeconomía de alto valor agregado superan el 1% del total de exportaciones únicamente Uruguay (2,5%), Argentina (2,3%), Costa Rica (1,9%) y Brasil (1,2%). En los cuatro países los productos químicos de base biológica son el componente dominante: 2,0% en Uruguay, 1,8% en Argentina y 1,0% en Costa Rica, y 0,9% en Brasil. De los demás componentes los que presentan alguna relevancia son la industria bio-farmacéutica en Costa Rica (0,8%); la industria bio-cosmética en la República Dominicana (0,3%), Argentina (0,2%) y Paraguay (0,2%); y los bio-plásticos en Honduras (0,2%).

²⁴ No se incluye en el gráfico 4 el componente biodiesel, que únicamente es relevante en Argentina, y aún en ese caso es poco significativo en el total de las exportaciones.

Chile, Ecuador y Guyana sobresalen entre los países con dominio de exportaciones minerales y fósiles (el grupo también incluye a Perú, Bolivia, Colombia, Venezuela y Trinidad y Tobago), pues su proporción de exportaciones de bioeconomía es superior al promedio regional.

Cuadro 17
América Latina y el Caribe: composición de las exportaciones por tipo de economía,
sectores de bioeconomía y países

Porcentajes del total de exportaciones 2010-2015

Tipos de bioeconomía	Bioeconomía de productos básicos			Bioeconomía de valor agregado en productos básicos				Bioeconomía de alto valor agregado				
	Agricultura y agroindustria	Pesca, acuicultura y derivados.	Forestal e industria de la madera	Industria alimenticia	Pulpa e industria papel	Fibras, textiles y cueros	Bioetanol	Bioenergía sólida	Químicos base biológica	Industria biofarmacéutica	Bioplásticos	Industria. Biocsmética
Países												
Argentina	24,9	2,0	0,2	27,3	0,7	1,9	0,0	0,0	1,8	0,2	0,0	0,2
Bolivia	5,8	0,0	0,7	8,7	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brasil	27,0	0,1	0,8	6,2	3,2	1,8	0,6	0,1	0,9	0,0	0,1	0,1
Chile	9,8	5,6	2,5	5,0	4,4	0,2	0,0	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0
Colombia	10,3	0,4	0,1	2,4	0,8	0,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Costa Rica	25,4	1,3	0,7	11,0	1,4	0,3	0,3	0,0	1,0	0,8	0,0	0,1
Rep. Dominicana	11,6	0,2	0,1	5,7	1,3	4,3	0,1	0,0	0,3	0,1	0,0	0,3
Ecuador	18,5	13,5	1,1	4,2	0,3	0,3	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
El Salvador	10,2	1,7	0,1	8,9	5,0	2,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Guatemala	31,6	0,8	0,6	11,0	2,2	1,1	1,2	0,0	0,6	0,0	0,0	0,1
Guyana	25,8	5,8	3,8	5,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Honduras	37,4	6,5	0,9	10,4	3,1	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0
Jamaica	8,3	0,8	0,1	11,8	0,1	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
México	3,6	0,2	0,1	2,4	0,4	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Nicaragua	38,7	5,8	0,4	5,5	0,2	0,9	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Panamá	5,3	3,2	0,7	3,6	0,8	2,0	0,1	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0
Paraguay	48,9	0,0	0,6	13,3	0,2	2,2	0,1	0,4	0,1	0,1	0,0	0,2
Perú	8,4	3,2	0,4	6,1	0,3	0,8	0,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Trinidad y Tobago	0,2	0,1	0,0	2,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Uruguay	58,7	2,1	5,8	3,2	1,1	6,7	0,0	1,2	2,0	0,3	0,0	0,1
Venezuela	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resto Caribe	5,3	3,4	0,6	5,7	0,6	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
ALC	13,3	1,3	0,6	5,8	1,4	0,9	0,2	0,1	0,6	0,1	0,0	0,1

Fuente: Elaboración propia.

C. Perfil de las exportaciones de la bioeconomía

Los datos en el cuadro 18 permiten determinar la importancia de los países en las exportaciones de cada uno de los 14 rubros de bioeconomía considerados. Valores superiores a uno indican que el porcentaje de las exportaciones de un país dentro del total de exportaciones regionales de ese rubro es superior al porcentaje de las exportaciones totales del país dentro del total regional.

Cuadro 18
América Latina y el Caribe (22 países): coeficientes de intensidad de las exportaciones de la bioeconomía, 2010 - 2015

Proporción de exportaciones en el total de cada rubro / proporción de exportaciones totales^a

Tipos de bioeconomía	Bioeconomía de productos básicos			Bioeconomía de valor agregado en productos básicos					Bioeconomía de alto valor agregado				
	Agricultura y agroindustria	Pesca, acuicultura y derivados	Forestal e industria de la madera	Industria alimenticia	Pulpa e industria papel	Fibras, textiles y cueros	Biodiesel	Bioetanol	Bioenergía sólida	Químicos base biológica	Industria biofarmacéutica	Bioplásticos	Industria biocósmética
Países													
Argentina	1,9	1,6	0,4	4,7	0,5	2,1	13,5	0,1	0,7	2,5	3,8	1,0	3,6
Bolivia	0,4	0,0	1,2	1,5	0,0	0,7		3,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,4
Brasil	2,0	0,1	1,5	1,1	2,2	2,0	0,1	3,4	0,8	1,3	0,8	1,6	1,9
Chile	0,7	4,5	4,4	0,9	3,1	0,2		0,0	6,7	0,4	0,1	1,0	0,1
Colombia	0,8	0,3	0,1	0,4	0,6	0,8		0,0	0,1	0,4	0,5	1,4	0,1
Costa Rica	1,9	1,1	1,2	1,9	1,0	0,4		1,5	0,0	1,3	14,1	0,5	0,8
Rep. Dominicana	0,9	0,1	0,2	1,0	0,9	4,8		0,3	0,1	0,3	1,3	0,2	3,8
Ecuador	1,4	10,7	2,0	0,7	0,2	0,3	0,4	0,6	0,4	0,3	0,4	0,0	0,1
El Salvador	0,8	1,4	0,2	1,5	3,5	2,2		2,8	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
Guatemala	2,4	0,7	1,1	1,9	1,6	1,2		6,6	0,1	0,9	0,7	0,4	0,9
Guyana	1,9	4,6	6,7	0,9	0,2	0,0		0,0	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0
Honduras	2,8	5,2	1,7	1,8	2,2	0,2		0,0	0,6	0,7	0,4	5,3	0,3
Jamaica	0,6	0,6	0,2	2,0	0,1	0,0		19,9	0,0	0,0	0,1	0,0	2,0
México	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,4		0,0	0,1	0,7	0,7	1,0	0,5
Nicaragua	2,9	4,6	0,6	1,0	0,2	1,0		0,6	0,1	0,1	0,8	0,0	0,6
Panamá	0,4	2,5	1,3	0,6	0,5	2,2		0,3	0,0	0,4	3,9	0,0	0,1
Paraguay	3,7	0,0	1,1	2,3	0,2	2,4		0,4	6,4	0,1	1,0	0,0	3,1
Perú	0,6	2,6	0,7	1,1	0,2	0,9		0,8	0,0	0,4	0,1	0,1	0,5
Trinidad y Tobago	0,0	0,1	0,1	0,4	0,3	0,0		0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uruguay	4,4	1,7	10,2	0,6	0,8	7,4	0,0	0,0	17,6	2,6	6,1	0,4	1,8
Venezuela	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,1	0,4	0,1	0,0	0,1
Resto Caribe	0,4	2,7	1,0	1,0	0,4	0,2		0,2	0,0	0,1	0,3	0,1	1,7

Fuente: Elaboración propia.

Nota: ^a Para calcular los valores en cada celda primero se obtiene el porcentaje que representan las exportaciones de cada país en el total regional correspondiente a cada rubro; y luego ese porcentaje se divide por el porcentaje de las exportaciones totales de cada país en el total regional. Los porcentajes originales se presentan en el cuadro III.3.

La agrupación de los 14 rubros de exportaciones de la bioeconomía permite identificar 8 diferentes tipos de bioeconomías:

- agricultura y agroindustria* (incluye a Argentina, Brasil, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Guyana, Nicaragua, Paraguay y Uruguay; este último presenta el valor más elevado);

- ii. *industria alimenticia* (Argentina, Bolivia, Brasil, Costa Rica, República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Honduras, Paraguay y Perú; Argentina tiene el valor más alto);
- iii. *pesca y acuicultura* (Argentina, Chile, Ecuador, Guyana, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Uruguay y el resto del Caribe; el país con el mayor valor es Ecuador);
- iv. *silvicultura e industria del papel* (Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, Panamá, Paraguay Uruguay; Chile tiene el valor más elevado en la industria de pulpa y papel y Uruguay en la industria forestal; y únicamente Brasil, Chile, Guatemala y Honduras presentan valores superiores a uno en los dos componentes);
- v. *fibras y artículos de vestir* (Argentina, Brasil, República Dominicana, Guatemala, Nicaragua, Panamá, Paraguay, y Uruguay, que presenta el valor más alto);
- vi. *bioquímica y bioplásticos* (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Honduras, México, y Uruguay; Uruguay tienen el mayor valor en la industria bioquímica y Honduras en bioplásticos);
- vii. *bioenergía* (en biodiesel únicamente Argentina; en bioetanol Bolivia, Brasil, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, y Jamaica, que presenta el valor más elevado; y en bioenergía sólida Chile, Paraguay y Uruguay, que tiene el valor más elevado)
- viii. *biofarmacéutica y biocosméticos* (Argentina, Brasil, Costa Rica, República Dominicana, Panamá, Paraguay y Uruguay; Costa Rica muestra el valor más elevado en el ámbito biofarmacéutico y República Dominicana en biocosméticos; y Argentina, República Dominicana, Paraguay y Uruguay tienen valores superiores a uno en ambos rubros).

En resumen, con la excepción de Venezuela, todos los demás países tienen participación en al menos uno de los rubros (valores iguales o superiores a uno). Los países más destacados son Argentina, Brasil y Uruguay, con presencia en 7 de los 8 casos (Argentina excepto silvicultura y papel; Brasil excepto en Pesca; y Uruguay en alimentos). Luego aparecen Costa Rica, en 6 casos (excepto pesca y fibras), Paraguay en 6 (excepto pesca y bioquímica y plásticos), Guatemala en 5 (excepto pesca, bioquímica y bioplásticos y biofarmacia y biocosméticos), y Chile en 4 (pesca, silvicultura y papel, bioquímica y bioplásticos y bioenergía).

D. Competitividad de las exportaciones de la bioeconomía

Se utiliza como indicador de competitividad una medida simple de la Ventaja Comparativa Revela (VCR). Para un rubro y un país determinado, esta se mide como la relación entre el porcentaje de las exportaciones de ese rubro en el total del país y el porcentaje de las exportaciones mundiales de ese rubro en el total del comercio mundial. Si el valor es mayor que uno (1) el país tiene ventajas comparativas reveladas, pues la proporción de su comercio en el rubro es mayor que la participación del rubro en el comercio mundial.

El cuadro 19 presenta el cálculo de VCR para los rubros incluidos en las dos categorías de bioeconomía. Del análisis de dichos datos se pueden derivar varios factores destacables:

- a) La mayoría de países tiene VCR en los rubros vinculados a la bioeconomía vinculada al sector agropecuario; las únicas excepciones son México, Trinidad y Tobago y Venezuela en el comercio agrícola y agroindustrial; y los tres países junto con Colombia y Honduras en el comercio de la industria alimentaria.
- b) Los países con VCR en más rubros son Brasil (9 de 12), Uruguay (8 de 12) y Argentina y Costa Rica (7 de 12); y únicamente México, Trinidad y Tobago y Venezuela no tienen VCR en ningún rubro de exportaciones de la bioeconomía.
- c) Entre los países con VCR en el sector manufactura textil y cueros están todos los del sur de Sudamérica (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay); todos estos países producen fibras y tienen una importante producción ganadera. También presentan VCR El Salvador y República Dominicana, pero es más posible que ello esté asociada a la maquila textil de fibras naturales.

- d) Aunque las VCR son más generalizadas en actividades relacionadas con productos básicos, en todos los rubros de la bioeconomía de alto valor agregado hay al menos un país con VCR.
- e) Únicamente Argentina, Brasil, Costa Rica y Uruguay presentan VCR en más de un sector de bioeconomía de alto valor agregado: Argentina y Uruguay en químicos de base biológica y biocosméticos; Brasil en bioplásticos y biocosméticos; y Costa Rica en productos biofarmacéuticos y biocosméticos.

Cuadro 19
América Latina y el Caribe (14 países): ventajas comparativas reveladas en las exportaciones de productos de la bioeconomía, 2010-2015

Valores absolutos

País	Bioeconomía de productos básicos			Bioeconomía de valor agregado a productos básicos					Bioeconomía de alto valor agregado				
	Agricultura y agro-industria	Pesca, acuicultura y derivados	Forestal e industria de la madera	Industria alimentaria	Pulpa e industria del papel	Fibras, textiles y cuero	Biodiesel	Bioetanol	Energía sólida	Químicos base bio-ógica	Industria biofarmacéutica	Bioplásticos	Industria biocosmética
Argentina	6,00	2,79	0,36	9,48	0,54	1,49	29,5	0,34	1,06	1,38	0,33	0,75	4,81
Bolivia	1,42	0,00	0,98	3,07	0,02	0,48		12,09	0,16	0,03	0,00	0,01	0,53
Brasil	6,58	0,15	1,28	2,18	2,53	1,46	0,16	13,43	1,23	0,70	0,07	1,25	2,55
Chile	2,37	7,92	3,73	1,77	3,55	0,16		0,03	10,11	0,21	0,01	0,79	0,07
Colombia	2,50	0,52	0,12	0,84	0,67	0,55		0,01	0,13	0,20	0,04	1,10	0,09
Costa Rica	6,19	1,88	0,99	3,85	1,10	0,26		5,80	0,00	0,71	1,25	0,40	1,07
Ecuador	4,49	18,96	1,67	1,48	0,21	0,24	0,89	2,51	0,58	0,16	0,03	0,03	0,20
El Salvador	2,48	2,42	0,21	3,11	4,02	1,61		10,89	0,20	0,10	0,02	0,12	0,09
Guatemala	7,70	1,17	0,96	3,87	1,76	0,85		25,99	0,08	0,47	0,06	0,33	1,26
Guyana	6,27	8,20	5,66	1,77	0,22	0,01		0,04	0,55	0,02	0,00	0,04	0,02
Honduras	9,26	2,11	0,27	0,32	0,28	0,01			0,85	0,06	0,02	3,40	0,38
Jamaica	2,02	1,12	0,16	4,14	0,10	0,02		78,35	0,02	0,02	0,01	0,01	2,66
México	0,88	0,35	0,14	0,84	0,33	0,26		0,03	0,16	0,36	0,06	0,77	0,64
Nicaragua	9,43	8,17	0,54	1,92	0,18	0,76		2,43	0,12	0,04	0,08	0,03	0,82
Panamá	1,29	4,47	1,06	1,27	0,61	1,57		1,15	0,01	0,21	0,34	0,02	0,19
Paraguay	11,91	0,00	0,96	4,68	0,17	1,74		1,45	9,59	0,07	0,09	0,01	4,21
Perú	2,04	4,55	0,59	2,13	0,22	0,63		3,30	0,00	0,22	0,01	0,05	0,63
República Dominicana	2,83	0,23	0,15	2,01	1,08	3,46		1,10	0,22	0,19	0,11	0,13	5,17
Trinidad y Tobago	0,05	0,12	0,06	0,75	0,38	0,01		0,51	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Resto Caribe	1,94	4,51	1,39	1,94	0,45	0,73		11,32	0,07	0,11	0,16	0,03	1,18
Uruguay	14,29	2,92	8,69	1,14	0,91	5,37	0,01	0,04	26,45	1,41	0,54	0,28	2,39
Venezuela	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01		0,05	0,06	0,16	0,02	0,01	0,51

Fuente: Elaboración propia.

- f) Hay varios países con VCR en la producción de bioetanol (Bolivia, Brasil, El Salvador, Guatemala, Jamaica y el Resto del Caribe); sin embargo, en muchos casos se trata de exportaciones de bioetanol procesado que se importa, generalmente de Brasil para su re-procesamiento y re-exportación a terceros mercados. De esos países los únicos en donde las exportaciones de bioetanol se sustentan en la producción nacional son Brasil, Bolivia y Guatemala.
- g) Algunos países muestran fuertes VCR en rubros particulares; por ejemplo, Uruguay, Guayana y Chile en el sector forestal e industria de la madera; Ecuador Guyana, Nicaragua, Chile, Perú y el Resto del Caribe en pesca, acuicultura y derivados; Uruguay en fibras y manufactura textil y cueros; Argentina en biodiesel; Uruguay y Chile en energía sólida; y Brasil y Guatemala en bioetanol.

V. Oportunidades y desafíos

A. Las oportunidades

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. 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.

El documento destaca la relevancia para la región del enfoque de la bioeconomía, especialmente vinculada al desarrollo de estrategias de innovación intensivas en conocimiento para el sector agropecuario y agroindustrial, potenciando capacidades y fomentando la colaboración en biotecnología y otras tecnologías habilitantes, potenciando desarrollos en bioenergía (bioenergía biomásica; bioenergía solar, biogás), diversificando la base económica de las economías regionales (no solo producción de alimentos, sino también biomasa en un sentido más amplio) e incrementando la agregación de valor (por ejemplo, agroindustria rural, nuevas cadenas de valor de base biológica). La bioeconomía, en tanto alternativa para transitar a una economía post recursos fósiles, es un marco adecuado para orientar las acciones de mitigación, reducción de emisiones y adaptación al cambio climático a lo largo de las cadenas de valor vinculadas a los sectores agrícola, pecuario, silvícola y de pesca y acuicultura. Más aún, el enfoque de la bioeconomía es una alternativa para promover el desarrollo territorial rural, dado que la base de recursos biológicos condiciona el desarrollo de la bioeconomía en entornos territoriales concretos.

También se resalta el potencial de la bioeconomía como camino para el cambio estructural, desde una perspectiva de sostenibilidad, subrayado su vínculo con la Agenda de Desarrollo 2030 para el Desarrollo Sostenible. La bioeconomía puede proveer nuevas opciones para el desarrollo agrícola y rural y la creación de empleos de calidad; por ejemplo, i) 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; ii) creando oportunidades para el desarrollo de nuevas cadenas de valor, por ejemplo, a partir del uso de biomasa no alimentaria y de desechos y de la elaboración de bioinsumos para la agricultura (por ejemplo, biofertilizantes, bionematicidas,

biopesticidas, biofungicidas, bioacondicionadores); y iii) posibilitando el desarrollo de pymes basadas en el conocimiento, insertadas en nuevas cadenas de valor y que le brinden oportunidades de empleo y desarrollo empresarial a jóvenes y mujeres.

Argentina y Colombia y recientemente Ecuador han tomado el liderazgo regional en el desarrollo de estrategias dedicadas de bioeconomía. Y muchos otros países tienen en marcha o han desarrollado marcos de política en ámbitos relacionados que proveen bases para el desarrollo de estrategias de bioeconomía; por ejemplo, políticas de innovación; estrategias de bioenergía, no solo en el ámbito de los biocombustibles; políticas de biotecnología; políticas forestales y de biodiversidad; políticas e iniciativas vinculadas a la acción climática, entre otros. También hay iniciativas privadas o de colaboración público-privada, por ejemplo en la producción de bioenergía, de desarrollo de aplicaciones biotecnológicas para la agricultura, y de desarrollo de bioproductos, con una importante participación de pymes.

La revisión de las estrategias alrededor del mundo muestra la diversidad de ámbitos que puede abarcar una estrategia de bioeconomía, los cuales generalmente están determinados por la base de recursos biológicos y capacidades existentes o que se busca fortalecer. Entre los ámbitos más comunes están la industrialización de la biomasa, la bioenergía, la biotecnología, principalmente en los ámbitos agrícola e industrial, la bioindustria, la economía verde, y la economía de los océanos. La revisión también hace evidente que no hay un modelo único, en términos de gobernanza y desarrollo de institucionalidad. Sin embargo, algunos elementos comunes a la mayoría de estrategias dedicadas son:

- a) la creación de órganos coordinadores, que generalmente incluyen la participación de varios ministerios, del sector privado y de la Academia;
- b) la creación de entes técnicos de apoyo, de diversa naturaleza,
- c) el desarrollo de entidades especializadas público-privadas; y
- d) el desarrollo de mecanismos de apoyo y divulgación de información.

Sección III evidencia que en la región ya hay mucho camino recorrido en el desarrollo de políticas públicas e institucionalidad relevantes para potenciar el desarrollo de la bioeconomía. También muestra que existen mecanismos de incentivos que pueden utilizarse con ese propósito; y que en el sector privado existen instancias con las cuales iniciar procesos de diálogo sobre políticas para la bioeconomía. La elaboración de estrategias de bioeconomía en los países de la región, por lo tanto, debería partir de la identificación y articulación de las iniciativas que ya existen, junto a procesos de diálogo con el sector privado y otros actores relevantes, especialmente en la comunidad académica y de investigación (véase ilustración en diagrama 9).

El análisis de la composición de las exportaciones indica que la bioeconomía contribuye de manera significativa a la generación de divisas en varios países de la región. Además, aporta evidencia de la existencia de varios tipos de bioeconomías, vinculadas a: la agricultura y agroindustria; la industria alimentaria; la pesca y acuicultura; la silvicultura e industria del papel; las fibras naturales y artículos de vestir; la bioquímica y bioplásticos; la bioenergía; y las industrias biofarmacéutica y de biocosméticos. Sin embargo, en todos los países las exportaciones de la bioeconomía se concentran en productos básicos (por ejemplo, agricultura y agroindustria) o de agregación de valor en productos básicos (por ejemplo, alimentos). El componente de exportaciones de bioeconomía de alto valor agregado es poco significativo, superando el 1% del total únicamente en Argentina, Brasil, Costa Rica y Uruguay.

B. Los desafíos

Para aprovechar el potencial que ofrece la bioeconomía se requiere conocer adecuadamente la base de recursos biológicos de que se dispone, las capacidades científicas y tecnológicas que existen para su aprovechamiento, y el potencial de mercado y aceptación por parte de los consumidores de los nuevos productos de la bioeconomía. Todo ello es esencial para la definición de rutas para el desarrollo de la bioeconomía, por ejemplo, profundizando el trabajo ya avanzado en la región por ALCUE-KBBE (por ejemplo, Hodson, ed., 2015).

En el ámbito de la biodiversidad un requisito para conocer ese potencial es su protección. Por lo tanto, las estrategias de bioeconomía basadas en la biodiversidad requieren esquemas institucionales que vinculen las políticas orientadas a su protección con políticas de innovación y desarrollo productivo. En la región hay dos centros de origen de la agricultura y se desarrollaron sistemas agrícolas para adaptar su expansión a las condiciones climáticas del entorno. La recuperación de los principios de diversificación productiva y manejo del agua y de la fertilidad —entre otros— en que se sustentaban esos sistemas agrícolas ancestrales, y su potenciamiento a partir de los conocimientos y tecnologías modernas, debería ser un también un elemento de las estrategias para el desarrollo de la bioeconomía en los países de la región, especialmente de los componentes orientados al desarrollo de una agricultura más sostenible y mejor adaptada al cambio climático.

La producción de biomasa para usos que no sean la alimentación (por ejemplo, usos energéticos) debe balancearse con los objetivos de seguridad alimentaria y conservación y el desarrollo de nuevos sistemas productivos agrícolas más intensivos y sostenibles. Se requiere hacer un uso más eficiente de los recursos energéticos, reducir el uso de combustibles fósiles, de pesticidas y de otros insumos derivados de la petroquímica. Todo ello abre oportunidades para la bioeconomía; por ejemplo, mediante el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas en los procesos productivos, la introducción de bioinsumos, y en general para la agregación de valor a la producción primaria.

Recuadro 6 **Hacia una bioeconomía global**

Entre el 24 y el 26 de noviembre de 2015 se realizó en Berlín la Cumbre Internacional Bioeconomía 2015, organizada por el Consejo Alemán para la Bioeconomía. En este evento se destacó el gran potencial de los recursos biológicos y el alcance y la utilidad de sus múltiples aplicaciones. Hubo consenso en que la política para la bioeconomía no se debería fragmentar en silos o focalizar en sectores tecnológicos, sino que —debería integrar actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en los sectores agrícola-forestal-marino, alimentación, sanidad, biotecnología, tecnologías convergentes, energías renovables y conservación, y todo ello combinado con la digitalización—. Para que la bioeconomía se convierta en una fuerza conductora clave en la transformación de la economía circular, se subrayó, es necesario un enfoque internacional e intersectorial más sistémico.

El documento final acordado por consenso en la Cumbre expone los fundamentos de una agenda global, así como medidas de política necesarias para lograr una bioeconomía sostenible. El documento destaca cinco consideraciones fundamentales para el desarrollo de la bioeconomía:

- La biomasa y los recursos biológicos no están siendo utilizados ni preservados de una manera óptima;
- La bioeconomía y su contribución al desarrollo sostenible tiene que ser cuantificables mediante el monitoreo a nivel nacional y la inclusión de las dimensiones internacionales;
- La colaboración internacional en temas de educación, investigación y desarrollo debería orientarse a crear sinergias para mejorar capacidades que ayuden al progreso de la bioeconomía;
- Muchos países actualmente apoyan al sector privado de base biológica y el desarrollo de dicho mercado;
- Las iniciativas de bioeconomía deberían estar relacionadas con las agendas de las organizaciones internacionales y ser introducidas dentro de los procesos políticos multilaterales y discusiones intergubernamentales.

El documento destaca el acuerdo en torno a tres áreas de acción fundamentales para la creación de una bioeconomía sostenible 1) promoción de tecnologías y medidas innovadoras y probadas para una bioeconomía sostenible; 2) establecimiento de prácticas de buena gobernanza para una bioeconomía sostenible; y 3) inicio y fortalecimiento del diálogo y la cooperación internacional.

Fuente: German Bioeconomy Council (2015).

El aprovechamiento del potencial que ofrece la biomasa de desecho supone la elaboración de inventarios detallados de los diferentes tipos de biomasa disponibles, para determinar los potenciales técnicos de aprovechamiento, tomando en cuenta los remanentes que se deberían dejar en el campo para el mantenimiento de servicios ecosistémicos necesarios para la producción agrícola. Ese conocimiento se debe complementar con la identificación de capacidades y deficiencias en la base industrial, que podrían potenciar o limitar su aprovechamiento.

El documento presenta una aproximación sobre la importancia económica de la bioeconomía, analizando la composición de las exportaciones. Sin embargo, se requieren estudios más detallados, no sólo de su aporte en la generación de divisas, sino también de su contribución a la producción nacional y al empleo, así como a la diversificación de la estructura productiva. La cuantificación de la importancia económica de la bioeconomía es incipiente y se ha desarrollado principalmente en países europeos (por ejemplo, Mainar et al. 2017). En América Latina destaca el estudio de Argentina, elaborado por la Bolsa de Cereales (Wierny et al. 2015).

En foros realizados en la región²⁵ se ha reconocido el potencial de la bioeconomía para los países de la región; pero se reconoce también que su aprovechamiento puede verse obstaculizado por factores como (i) la falta de marcos regulatorios adecuados; (ii) marco normativo inadecuado y desarticulado; (iii) insuficiente coordinación de las capacidades técnicas y tecnológicas existentes; (iv) restricción a la entrada en el mercado de las pequeñas empresas de bioeconomía; y (v) falta de financiación para la creación de empresas innovadoras de bioeconomía.

Por lo tanto, desarrollar el potencial de la bioeconomía requiere acciones en varios frentes, especialmente:

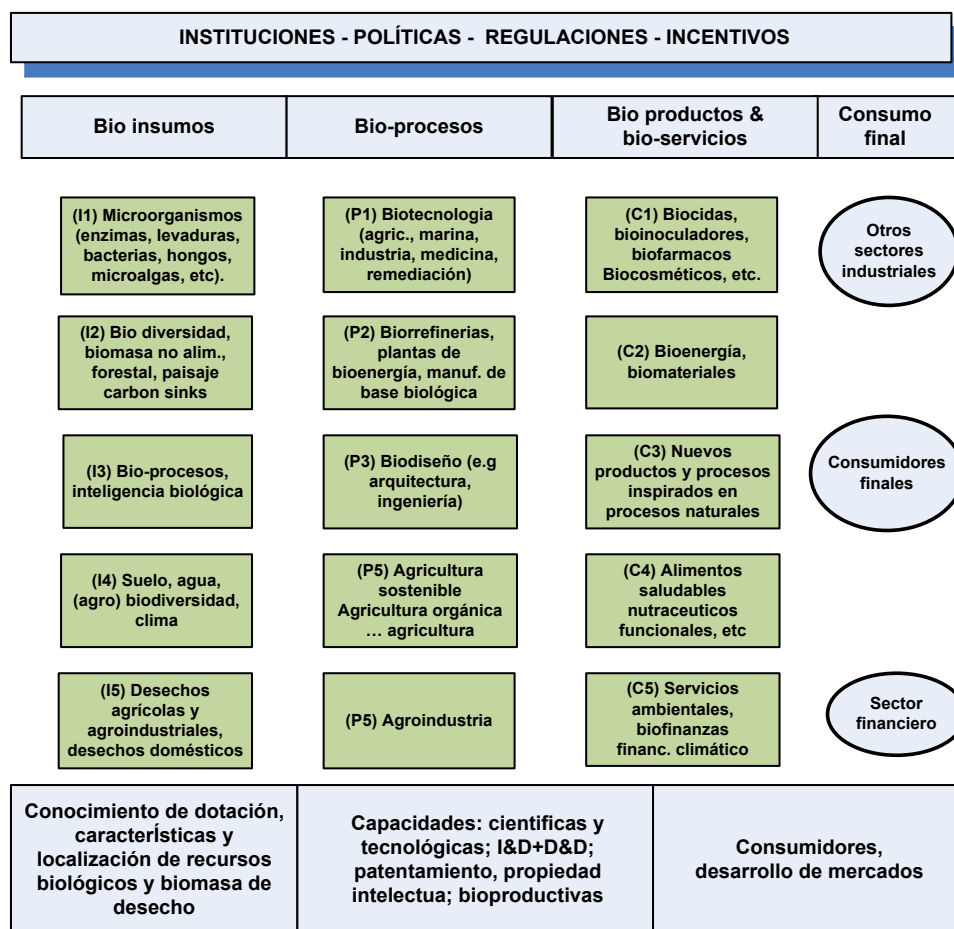
- i. marcos reglamentarios adecuados en ámbitos como la bioseguridad y la regulación de los riesgos biológicos, la protección de la biodiversidad, el acceso a los recursos genéticos, la reglamentación de los OMG, la protección de los derechos de propiedad y los requisitos en materia de patentes;
- ii. la articulación de iniciativas de política ya existentes, especialmente en I + D e innovación en esferas como la energía no fósil limpia, la biotecnología en la agricultura, la salud humana y animal, el desarrollo agrícola sin carbono, los pagos por servicios ecosistémicos y mejoras en la eficiencia y sostenibilidad del sistema alimentario;
- iii. una mejor coordinación de las capacidades técnicas y tecnológicas que ya existen en los países; y
- iv. las políticas para PYME bioeconómicas destinadas a crear capacidades, facilitar la entrada en mercados concentrados y proporcionar financiación adecuada para emprendimientos innovadores.

Otros factores habilitantes que destacan son la necesidad de promover una mejor comprensión del concepto de bioeconomía; promover el diálogo sobre políticas, el intercambio y la comprensión entre los actores interesados en la bioeconomía, públicos y privados; fortalecer la comprensión del potencial de la bioeconomía y el crecimiento bioeconómico para un desarrollo inclusivo, competitivo y sostenible; sistematizar experiencias exitosas de bioeconomía, especialmente en el desarrollo de mercados y de negocios, la colaboración público-privada, y la colaboración universidad-empresa; promover el intercambio de experiencias exitosas de bioeconomía de la región a nivel local, nacional y regional; explorar vías para el desarrollo de la bioeconomía que podrían ser de interés a nivel nacional; y elevar la bioeconomía a un nivel político más alto, reforzando sus contribuciones potenciales para pavimentar el camino hacia una economía descarbonizada, un mejor ambiente y sociedades más inclusivas.

En resumen, la elaboración de políticas para el desarrollo de la bioeconomía demanda la articulación y el alineamiento de marcos institucionales, regulatorios y de incentivos, en pos de una visión nacional. Para ello es fundamental conocer: i) las dotaciones, características y localización de recursos biológicos; ii) las capacidades en investigación y desarrollo, el entorno para despliegue y la difusión de las innovaciones, las capacidades para la protección del conocimiento (por ejemplo, patentamiento, propiedad intelectual), y el desarrollo que ya haya de iniciativas productivas de base biológica, entre otras; y iii) el potencial y desarrollo de mercados y la aceptación por parte de los consumidores (ver ilustración en diagrama 6).

²⁵ En particular, i) en el ámbito regional, la *Conferencia Internacional América Latina y el Caribe - Bioeconomía 2015*, que se realizó el 7 y 8 de octubre de 2015, en la sede de la CEPAL (Santiago de Chile), organizada conjuntamente por CEPAL y ALCUE-NET, una iniciativa de colaboración entre la Unión Europea y América Latina; y ii) en el ámbito nacional, el *Foro Nacional de Bioeconomía: Innovación territorial sostenible*, que tuvo lugar en Bogotá, el 27 de abril de 2017, organizado conjuntamente por el Centro Francés de Investigación Agrícola para el Desarrollo (CIRAD), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Colciencias.

Diagrama 6
Institucionalidad y políticas para la bioeconomía



Fuente: Elaboración propia.

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.
- Albrecht, Katja y Ettling, Stefanie (2014). Bioeconomy strategies across the globe. *Rural 21*, 48 (3) , pp. 10-13.
- Aquilania, Barbara; Silvestria, Cecilia; Ioppolob, Giuseppe y Ruggieria, Alessandro. (2017). The challenging transition to bio-economies: Towards a new framework integrating corporate sustainability and value co-creation. *Journal of Cleaner Production*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.153>.
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. New York: Morrow.
- Brosowska André, et al. (2016). A review of biomass potential and current utilisation – Status quo for 93 biogenic wastes and residues in Germany. *Biomass and Bioenergy*, 95: 257-272.
- Cherrett, Ian. (2009). The MILPA (cornfields) of the twenty-first century recovery of the Meso-American farming system. En, FAO, Proceedings of the Second International Forum on Globally Important Agricultural Heritage Systems (GIAHS) (Buenos Aires, Argentina, 21-23 Octubre), Session 2: GIAHS as development assets and resources.
- Cheynier, Veronique y Halbwirth, Heidi. (2017). Polyphenols: Physicochemical & biological properties and perspectives of their use in a zero waste society. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (Accepted Manuscript), DOI: 10.1021/acs.jafc.7b02056.
- Cristóbal, Jorge; Matos, Cristina; Aurambout, Jean-Philippe; Manfredi, Simone; Kavalov, Boyan Environmental sustainability assessment of bioeconomy value chains. *Biomass and Bioenergy, Volume 89*, June 2016, Pages 159-171. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.02.002>.
- Department of Science and Technology Republic of South Africa. (2013). *The Bio-Economy Strategy*.
- 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.
- Devaney, L., Henchion, M. and Regan, Á. (2017), Good Governance in the Bioeconomy. *EuroChoices*. doi:10.1111/1746-692X.12141.
- Dhir, Bhupinder. (2017). Biofertilizers and Biopesticides: Eco-friendly Biological Agents. En *Advances in Environmental Biotechnology*, pp 167-188, DOI 10.1007/978-981-10-4041-2_10.
- 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>.
- Dupont-Inglis, Joanna y Borg, Agnes. (2017). Destination bioeconomy – The path towards a smarter, more sustainable future. *New Biotechnology*, <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.05.010>.

- Erickson, C. L. (2001). Pre-Columbian Roads of the Amazon. Expedition, Vol. 43, No. 2, pp. 21-30. Obtenido de http://repository.upenn.edu/anthro_papers/8, el 23 de septiembre de 2017.
- _____. (2001). Lomas de Ocupación en los Llanos de Moxos. En, Alicia Durán y Roberto Bracco (Eds.). Arqueología de las Tierras Bajas (Comisión Nacional de Arqueología, Montevideo, Uruguay), pp. 207-226.
- 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>).
- El-Chichakli, Beate; Joachim von Braun; Christine Lang; Daniel Barben y Jim Philp. (2016). Five cornerstones of a global bioeconomy. *Nature*, 535: 221 – 223.
- FAO. (2009). Proceedings of the Second International Forum on Globally Important Agricultural Heritage Systems (GIAHS), Theme: Cherishing our Agricultural Heritage Systems for Climate Change Adaptation and Mitigation Buenos Aires, Argentina, 21-23 Octubre.
- Frosch, Robert A.; Gallopoulos, Nicholas E (1989). Strategies for Manufacturing. *Scientific American*, 261 (3), pp. 144-152, DOI: 10.1038/scientificamerican0989-144
- German Bioeconomy Council (2015). *Making Bioeconomy Work for Sustainable Development*. Communiqué of the Global Bioeconomy Summit 2015, Berlin, November 26th.
- German Presidency of the European Council. (2007). *En Route to the Knowledge-Based Bio-Economy*. German Presidency of the Council of the European Union, Cologne, Germany. https://dechema.de/dechema_media/Cologne_Paper-p-20000945.pdf.
- 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>
- 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.
- 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.
- Golden, J. (2016). La industria de los bioproductos. Palmas, 37 (Especial Tomo II), pp. 275-282.
- Goździewicz-Justyna, Biechońska (2016) The role of agriculture in the circular economy (perspectives for legislation and policy). *Agricultural Law Review*, Vol 18, No. 1. pp.81-95).
- Halloy, S.R.P., Ortega Dueñas, R., Yager, K. and Seimon, A. (2005). Traditional Andean Cultivation Systems and Implications for Sustainable Land Use. *Acta Horticulturae*, 670, pp. 31-55.
- Hess, J. R; P. Lamers; H. Stichnothe; M. Beermann y G. Jungmeier. (2016). Bioeconomy strategies. En Lamers et al. (Eds), *Developing the Global Bioeconomy* (pp.), Academic Press – Elsevier, Cambridge, MA, USA (DOI: 10.1016/B978-0-12-805165-8.00001-X).
- Jungmeier, 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 Chhunji Sherpa, Rajiv Chandra Rajak, Rintu Banerjee, and Rintu Banerjee). DOI: 10.1002/9781119323686.ch8.
- Ladu. Luana y Quitzow, Rainer. (2017). Bio-Based Economy: Policy Framework and Foresight Thinking. En *Food Waste Reduction and Valorisation*, pp 167-195. DOI 10.1007/978-3-319-50088-1_9.
- Langstroth, Robert. (2001). Lessons from the Llanos de Moxos Ecoregion. International Conference on Agriculture and the Environment in the Paraguay River Basin, Asunción, Paraguay, June 8-10.
- 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>.
- Lewandowski, Iris. (2015). Securing a sustainable biomass supply in a growing bioeconomy. *Global Food Security, Volume 6*, October 2015, Pages 34-42. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.10.001>.

- Lhomme, Jean-Paul y Vacher, Jean. (2003). La mitigación de heladas en los camellones del altiplano andino. *Bull. Inst. Fr. Études andines*, Vol. 32, No. 2, pp. 377-399.
- Lombardi, Rachel y Laybourn, Peter. (2012). Redefining Industrial Symbiosis, Crossing Academic–Practitioner Boundaries. *Journal of Industrial Ecology*, 16 (1): 28-37.
- Lynd, Lee; Liang, Xiaoyu; Bidd, Mary; Allee, Andrew; Cai, Hao; Foust, Thomas; Himmel, Michael; Laser, Mark; Wang, Michael; Wyman, Charles. (2017). Cellulosic ethanol: status and innovation. *Current Opinion in Biotechnology*, Volume 45, Pages 202–211. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.03.008>.
- Mainar-Causapé, A., Philippidis, G., Sanjuan, A.I. (2017). *Analysis of structural patterns in highly disaggregated bioeconomy sectors by EU Member States using SAM/IO multipliers*". EUR 28591. JRC Technical Reports. European Commission-Joint Research Centre. doi:10.2760/822918.
- Malhotra, Priti; Jaina, Arti y Kathal, Rekha. (2017). Review on Biobased Mesoporous Material and Their Application in Waste Water Treatment. Review Article, *Curr Trends Biomedical Eng & Biosci.*, Volume 4, Issue 2 - DOI: 10.19080/CTBEB.2017.03.5555635.
- Maciejczak, Mariusz. (2017). Bioeconomy as a Complex Adaptive System of Sustainable Development. *Journal of International Business Research and Marketing*, Volume 2, Issue 2, January 2017, Pages 7-10. DOI: 10.18775/jibrm.1849-8558.2015.22.3001.
- 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>.
- Maina, Sofia; Kachrimanidou, Vasiliki y Koutinasa, Apostolis. (2017). From waste to bio-based products: A roadmap towards a circular and sustainable bioeconomy. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2017.07.007>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452223617300640>.
- Mazoyer, Marcel y Roudart, Laurence. (2006). A history of world agriculture, from the Neolithic age to the current crisis. Traducción del Francés por James Membrez, Monthly Press Review, New York, USA.
- Meyer, Rolf. (2017). Bioeconomy Strategies: Contexts, Visions, Guiding Implementation Principles and Resulting Debates. *Sustainability* 2017, 9 (6), 1031; doi:10.3390/su9061031.
- Mugodo, K., Magama, P.P. y Dhavu, K. (2017). Biogas Production Potential from Agricultural and Agro-Processing Waste in South Africa. *Waste Biomass Valorization*, doi:10.1007/s12649-017-9923-z.
- Narancic, Tanja y O'Connor, Kevin. (2017). Microbial biotechnology addressing the plastic waste disaster. *Microbial Biotechnology*, DOI: 10.1111/1751-7915.12775.
- 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>.
- Otoni, C. G., Avena-Bustillos, R. J., Azeredo, H. M. C., Lorevice, M. V., Moura, M. R., Mattoso, L. H. C. and McHugh, T. H. (2017), Recent Advances on Edible Films Based on Fruits and Vegetables—A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. doi:10.1111/1541-4337.12281.
- 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.
- Pisson, Ana Clara y Bentancur, María Alejandra. (2015). Experiencias exitosas en bioeconomía en América Latina y el Caribe. En, Elizabeth Hodson (editora), *Hacia una bioeconomía en América Latina y el Caribe en Asociación con Europa* (pp. 119-139), Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, Adrián (2017). Agenda 2030 y Sistemas Alimentarios Sostenibles: Una propuesta para la formulación de políticas integradoras. Serie Desarrollo Productivo, CEPAL, Santiago, Chile.
- Rodríguez, Adrián; Meza, Laura; Cerecera, Francisco (2015). Investigación científica en agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe. Serie: Documentos de Proyectos No. 657, LC/W.657. CEPAL, Santiago, Chile.
- Ronzon, Tévecia and Piotrowski, Stephan. (2017). Are Primary Agricultural Residues Promising Feedstock for the European Bioeconomy? *Industrial Biotechnology*, 13 (3): 113-127 (<https://doi.org/10.1089/ind.2017.29078.tro>).
- Sadhukhana, Jhuma; Elias Martinez-Hernandezb, Richard J. Murphya, Denny K.S. Ngc, Mimi H. Hassim, 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>.

- Sariatli, Furkan. (2017). Linear Economy Versus Circular Economy: A Comparative and Analyzer Study for Optimization of Economy for Sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, Vol. 6, No. 1, DOI: <https://doi.org/10.1515/vjbsd-2017-0005>.
- Sasson, Albert y Malpica, Carlos. (2017). Bioeconomy in Latin America. *New Biotechnology*, <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.07.007>.
- Schütte, Georg. (2017). What kind of innovation policy does the bioeconomy need? *New Biotechnology* (Accepted manuscript), <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.04.003>.
- 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.
- Straus, Joseph. (2017). Intellectual property rights and bioeconomy. *Journal of Intellectual Property Law & Practice*. DOI: <https://doi.org/10.1093/jiplp/jpx059>.
- 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.
- Stadler, Thierry y Chauvet, Jean-Marie. (2017). New innovative ecosystems in France to develop the Bioeconomy. *New Biotechnology*, <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.07.009>.
- 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.
- Tapia, Mario. (2009). Andean agricultura. En, FAO, Proceedings of the Second International Forum on Globally Important Agricultural Heritage Systems (GIAHS) (Buenos Aires, Argentina, 21-23 Octubre), Session 2: GIAHS as development assets and resources.
- Trigo, Eduardo; Henry, Henry; Sanders, Johan; Schur, Ulrich; Ingelbrecht, Ivan; Revel, Clara; Santana, Carlos; Rocha, Pedro. (2015). Hacia un desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe. En, Elizabeth Hodson (editora), *Hacia una bioeconomía en América Latina y el Caribe en Asociación con Europa* (pp. 17-46), Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Trivedi, Priya; Hasan, Adria; Akhtar, Salman; Siddiqui, M. Haris; Sayeed, Usman; Khan, Kalim. (2016). Role of microbes in degradation of synthetic plastics and manufacture of bioplastics (review article). *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2016, 8 (3):211-216.
- Valdez, Idania y Carrillo, Julián. (2017). Generación de productos de valor agregado a partir de residuos orgánicos. *Gaceta Electrónica* (Instituto de Ingeniería, UNAM). <http://www.iingen.unam.mx/es-mx/Publicaciones/GacetaElectronica/Marzo2017/Paginas/Generaciondeproductos.aspx>.
- Vaz Jr., Silvio. (2017). Sugarcane-Biorefinery. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, pp 1-12.
- Viaggi, Davide. (2016). Towards an economics of the bioeconomy: four years later. *Bio-based and Applied Economics* 5 (2): 101-112, DOI: 10.13128/BAE-20086.
- Vincent, Julian F.V.; Bogatyreva, Olga A.; Bogatyrev, Nikolaj R.; Bowyer, Adrian; Pahl, Anja-Karina (21 August 2006). Biomimetics: its practice and theory. *Journal of The Royal Society Interface*, 3 (9): 471–482. doi:10.1098/rsif.2006.0127.
- Visser, C.L.M. de; Ree, R. van. (2016). *Small-scale Biorefining*. Wageningen University & Research.
- Whitney, Bronwen; Dickau, Ruth; Mayle, Francis; Walker, John; Soto, J. Daniel e Iriarte, José. (2014). Pre-Columbian raised-field agriculture and land use in the Bolivian Amazon. *The Holocene*, Vol. 24, No. 2, pp. 231–241.
- Whitney, Bronwen; Dickau, Ruth; Mayle, Francis; Soto, J. Daniel e Iriarte, José. (2013). Pre-Columbian landscape impact and agriculture in the Monumental Mound Region of the Llanos de Moxos, lowland Bolivia, Quaternary Research, <http://dx.doi.org/10.1016/j.yqres.2013.06.005>.
- Wierny, Marisa; Coremberg, Ariel; Costa, Ramiro; Trigo, Eduardo y Regúnaga, Marcelo. (2015). Medición de la bioeconomía : cuantificación del caso argentino. 1a ed. Bolsa de Cereales de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Anexos

Anexo I

Bioeconomía alrededor del mundo

Cuadro A.1
Iniciativas sobre bioeconomía y temas relacionados alrededor del mundo

Alcances regionales y temáticos

Iniciativas transnacionales	
EU (2007)	En Ruta hacia una bioeconomía basada en el conocimiento (En Route to the Knowledge-Based Bio-Economy).
EU (2012)	Innovación para el crecimiento sostenible: una bioeconomía para Europa (Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe).
EU (2013)	Reglamento del Consejo sobre las Bioindustrias (Council Regulation on the Bio-Based Industries Joint Undertaking)
OECD (2009)	La bioeconomía en 2030: diseñando una agenda de política (The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda).
GFFA (2015)	Growing Demand for Food, Raw Materials & Energy
Estados miembros del G7	
Canadá (2013)	Cultivando hacia adelante 2, biomasa (Growing Forward 2, biomass).
Canadá (2005)	Estrategia Canadiense de Biotecnología (The Canadian Biotechnology Strategy, CBS).
Canadá (2011)	Bioeconomía Columbia Británica (British Columbia Bio-Economy).
	Canadá Bioeconomía Alberta (Canada BioEconomy Alberta).
Canadá (2004)	Estrategia de Bioproductos de Ontario (Ontario Bioproduct Strategy).
Francia (2014)	La nueva cara de la industria (The new Face of the Industry).
Francia (2017)	Una estrategia de bioeconomía para Francia (A bioeconomy strategy for France).
Alemania (2010)	Estrategia Nacional de Investigación BioEconomía 2030 (Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030).
Alemania (2013)	Estrategia política nacional de bioeconomía (Nationale Politikstrategie Bioökonomie).
Japón (2009)	Estrategia de biomasa (Biomass Strategy)
Japón (2012)	Estrategia de industrialización de biomasa (Biomass Industrialization Strategy).
Reino Unido (2012)	Estrategia de bioenergía del Reino Unido (UK Bioenergy Strategy).
Reino Unido (2014)	Estrategia de biotecnología agrícola (Agri-Tech Strategy).
Estados Unidos (2012)	Plan Nacional de Bioeconomía (National Bioeconomy Blueprint).
BRICS	
Brasil (2004)	Programa Nacional de Biodiésel de Brasil
India (2007)	Estrategia de biotecnología (Biotechnology Strategy).
India (2012)	Hoja de ruta de la bioenergía (The Bioenergy Roadmap).
India (2014)	Estrategia de biotecnología II (Biotechnology Strategy II).
China (2012)	Plan de Desarrollo de la Bioindustria ", 12° Plan Quinquenal (2011-2015) sobre Desarrollo de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (Bioindustry Development Plan—12th Five-year Plan (2011-2015) on Agricultural Science and Technology Development).
Rusia (2011)	Bioindustria y biorrecursos – Biotech 2030 (Bioindustry and Bioresources – BioTech 2030).
Sudáfrica (2014)	Estrategia de bioeconomía (The Bio-economy Strategy).
Asia y Pacífico	
Australia (2012)	Plan Estratégico de Bioenergía 2012 – 2015 (Bioenergy – Strategic Plan 2012–2015). Australia biotecnología y Australia agricultura: hacia el desarrollo de una visión y estrategia para la aplicación de la biotecnología a la agricultura australiana (Australia Biotechnology and Australian Agriculture: Toward the Development of a Vision and Strategy for the Application of Biotechnology to Australian Agriculture).
Australia (2014)	Plan de implementación de bioenergía (Bioenergy implementation plan).
Australia (2014)	Oportunidades para las industrias primarias en el sector de la bioenergía: Estrategia nacional de investigación, desarrollo y extensión (Opportunities for Primary Industries in the Bioenergy Sector: National Research, Development and Extension Strategy).
Indonesia (2014)	Políticas de bioenergía y regulación en Indonesia (Bioenergy Policies and Regulation in Indonesia).
Malaysia (2011)	Estrategia Nacional de Biomasa 2020: Nueva creación de riqueza para la industria malasia del aceite de palma (National Biomass Strategy 2020: New wealth creation for Malaysia's palm oil industry). Política Biotecnológica de Malasia: Biotecnología para la Creación de Riqueza y el Bienestar Social (Malaysia Biotechnology Policy: Biotechnology for Wealth Creation and Social Well-being).
Malaysia (2013)	Estrategia Nacional de Biomasa, 2da versión (National Biomass Strategy, 2nd version).

Cuadro I.1 (conclusión)

Asia y Pacífico	
Malaysia (2013)	Programa de transformación bioeconomía (Bioeconomy Transformation Programme).
Nueva Zelandia (2010)	Estrategia de Bioenergía (Bioenergy Strategy).
Nueva Zelandia (2013)	Fondo de Investigación de Industrias Biológicas - Plan de Inversión Sectorial (Biological Industries Research Fund – Sector Investment Plan).
Corea del Sur (2006)	Bio-Visión 2016 (Bio-Vision 2016).
Corea del Sur (2012)	Estrategia para la promoción de la biotecnología industrial (Strategy for promotion of industrial biotechnology).
Tailandia (2003)	Marco de Política Nacional de Biotecnología, 2012-2021 (National Biotechnology Policy Framework, 2012-2021).
Las Filipinas	Plan Nacional de Biocombustibles 2013-2030 (National Biofuels Plan 2013-2030).
Europa	
Austria (2013)	Documento de posicionamiento sobre bioeconomía (Positionspapier Bioökonomie).
Bélgica (2013)	Bioeconomía en Flandes (Bioeconomy in Flanders).
Dinamarca (2012)	La Declaración de Copenhague para una Bioeconomía en Acción (The Copenhagen Declaration for a Bioeconomy in Action).
Finlandia (2014)	Estrategia Finlandesa de Bioeconomía (The Finnish Bioeconomy Strategy).
Irlanda (2009)	Desarrollo de la Economía Verde en Irlanda (Developing the Green Economy in Ireland).
Islandia (2012)	Entregando nuestro potencial verde (Delivering our Green Potential).
Holanda (2013)	Crecimiento verde - de la biomasa al negocio (Groene Groei – Van Biomassa naar business).
Noruega (2012)	Programa de Investigación sobre Innovación Sostenible en Alimentos e Industrias de base biológica (Research Programme on Sustainable Innovation in Food and Bio-based Industries).
Suecia (2012)	Estrategia Sueca de Investigación e Innovación para una economía de base biológica (Swedish Research and Innovation Strategy for a Bio-based Economy).
Países Nórdicos Occidentales (Islandia, Islas Faroe, Groenlandia) (2014)	Oportunidades futuras para la bioeconomía en los países nórdicos occidentales (Future Opportunities for Bioeconomy in the West Nordic Countries).
África	
Kenia (2008)	Estrategia para el desarrollo de la industria del biodiesel en Kenia, 2008-2012 (Strategy for Developing the Bio-Diesel Industry in Kenya, 2008-2012).
Kenia (2008)	Estrategia de bioetanol, 2009 – 2012 (Bioethanol Strategy, 2009-2012).
Mozambique (2009)	Política y Estrategia Nacional de Biocombustibles (National Biofuel Policy and Strategy),
Mauricio (2013)	Economía del Océano (Ocean Economy).
Ghana (2014)	Estrategia de bioenergía (Bioenergy Strategy).
Mali (2009)	Estrategia Nacional para el Desarrollo de Biocombustibles en Malí (Strategie Nationale de Développement des Biocarburants en Mali)

Fuente: German Bioeconomy Council, <http://bioekonomierat.de/en/international0/> (consulta el 31 de agosto 2017).

Cuadro A.2
Marco institucional de políticas de la Unión Europea en bioeconomía

Entes	Nombre	Página Web
Órgano coordinador	Dirección de Bioeconomía, dentro de la Dirección General de Investigación e Innovación: es la encargada de implementar, monitorear y evaluar las investigaciones europeas y políticas de innovación en el área dentro del marco Europa 2020.	http://ec.europa.eu/research/bioeconomy
Órganos asesores	El Panel de <i>Stakeholders</i> de Bioeconomía: Establecido por la Estrategia de Bioeconomía de la UE, el Panel tiene como objetivo apoyar las interacciones entre las diferentes áreas de política, sectores y partes interesadas en la bioeconomía, con el propósito de generar acciones de política tangibles. Dado que la bioeconomía está integrada por muchos sectores diferentes, es difícil para un único experto u organización tener una visión completa. El Panel de <i>Stakeholders</i> de Bioeconomía busca resolver ese reto, reuniendo personas con perspectivas de diferentes partes interesadas.	http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/index.cfm?pg=policy&lib=panel
Órganos consultivos	Grupos consultivos: La Dirección General de Investigación e Innovación (DG- Research & Innovation) tiene el asesoramiento de varios grupos consultivos para obtener apoyo para la elaboración de políticas y la definición de textos legislativos (decisiones y reglamentos). Esos grupos son consultados regularmente y proporcionan recomendaciones, asesoría o reflexiones sobre políticas, desde su ámbito de especialización. Los principales grupos consultivos son: El Comité del Programa (Programme Committee); Grupo Asesor (Advisory group) y El Comité Permanente de Investigación Agrícola (The Standing Committee on Agricultural Research-SCAR).	http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/index.cfm?pg=policy&lib=groups
Órganos técnicos	Centro de Conocimiento de la Bioeconomía. Esta es una plataforma cuya función es la de coleccionar, estructurar y hacer accesible el conocimiento diversas ramas del conocimiento y fuentes de la bioeconomía.	https://biobs.jrc.ec.europa.eu/
Políticas relacionadas	<i>Food 2030</i> . Se enmarca en la política de investigación e innovación de la UE, como respuesta evolución de la agenda política internacional, incluidos los ODS y los compromisos de la COP21. Sus ámbitos prioritarios incluyen: nutrición para dietas saludables y sostenibles, sistemas productivos agrícola sostenibles y climáticamente inteligentes, circularidad y eficiencia en el uso de los recursos en los sistemas alimentarios; e innovación y empoderamiento de las comunidades.	http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/index.cfm?pg=policy&lib=food2030
	<i>Blue Growth - the EU's integrated Maritime Strategy</i> . Busca desarrollar el potencial de las costas, mares y océanos, como fuentes de crecimiento y nuevos empleos.	http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/index.cfm?pg=policy&lib=bluegrowth
	<i>Bio-based products and processing</i> . Promueve la investigación y el desarrollo de productos de base biológica, para reducir la dependencia europea de los recursos fósiles y contribuir a lograr las metas energéticas y de cambio climático para el 2020.	http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/index.cfm?pg=policy&lib=bbpp
Iniciativas de programación conjunta.	<i>JPI on Agriculture, Food Security and Climate Change</i> . Esta iniciativa reúne a 21 países que están comprometidos en construir programas de investigación conjuntos en áreas que abordan desafíos comunes. Para ello promueve la investigación interdisciplinaria, abarcando aspectos económicos y sociales, con un enfoque creativo que busca la alineación de los programas de investigación nacionales.	http://www.faccejpi.com/
	<i>JPI on Food and Health - "Healthy Diet for a Healthy Life"</i> . Esta iniciativa tiene como objetivo desarrollar e implementar un programa de investigación sobre la interacción de factores que afectan las enfermedades relacionadas con la dieta. También busca contribuir al desarrollo de acciones de política, productos y dietas innovadoras, con el objetivo de reducir drásticamente la carga de las enfermedades relacionadas con la dieta.	http://www.healthydietforhealthylife.eu/
	<i>JPI on Healthy Oceans - "Healthy and Productive Seas and Oceans"</i> . Iniciativa Conjunta de Mares y Océanos Sanos y Productivos. Esta unión creada en 2011 como una plataforma estratégica de coordinación e integración de aquellos actores relacionados con la investigación, innovación e inversión del sector marítimo	http://www.jpi-oceans.eu/
Financiación y capital de riesgo	Fondo de la Unión Europea para la investigación, Innovación y la inversión en Bioeconomía.	

Cuadro A.2 (conclusión)

Entes	Nombre	Página Web
Organismos de participación del sector privado y de las sociedad civil	Grupo de Expertos de Productos de base biológica. Tiene la función de monitorear, apoyar y proponer políticas de desarrollo del sector industrial de productos bio basados y realizar un mapeo de las actividades bio basadas en los distintos niveles de gobierno.	http://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupDetail&groupId=2886
Otras iniciativas de carácter público-privado	<i>Super Bio</i>. Es un proyecto de innovación Horizonte 2020, cuya meta es desarrollar nuevas cadenas de valor de industriales, innovadoras, trans-sectoriales y transversales, en la economía de base biológica. SuperBIO ofrece servicios de innovación profesional a las PYME, financiando hasta el 75% del proyecto. <i>Proyecto de Concientización y Discurso de la Bioeconomía (BioCannDo)</i>. Este proyecto busca aumentar la concienciación y la aceptación del público en general de los productos bio basados a través de campañas de educación e información. Su misión es la de convencer a la población de que la economía basada en la biología ofrece algo deseable, a partir de nuevos productos, funcionalidades y aplicaciones para su vida cotidiana, que proporcionen respuestas a sus preocupaciones (por ejemplo, el cambio climático). <i>BioBased Industries Joint Undertaking</i>. Esta es una asociación creada en 2012 a través de la unión de la Comisión Europea y el Consorcio de Industrias Bio Basadas con el propósito de mantener las inversiones en el sector bio basado y generar nuevos mercados para productos sustentables de origen biológico. Con la unión de estos actores se pretende reducir el riesgo de este sector emergente pero fragmentado a partir del apoyo en las actividades de demostración y despliegue, los cuales son los más importantes de la actividad. <i>Asociación Europea de Innovación para la Productividad y la Sostenibilidad Agrícola (EIP-Agri)</i>. Creada en 2012, esta asociación busca fomentar los sectores agrícola y forestal a través de la unión de actores del sector de la innovación (agricultores, ONGs, investigadores, empresarios) y la creación de puentes entre la investigación y la comercialización de los productos obtenidos. <i>Red Europea de Investigación e Innovación Regional (ERRIN)</i>. Esta entidad, creada en 2001, busca fortalecer las capacidades regionales de investigación e innovación dentro del marco de estrategia de crecimiento inteligente y sostenible Europa 2020. Uno de los grupos de trabajo de esta unión está centrado en la Bioeconomía y tiene como fin promover la coordinación estratégica entre las regiones y la Comunidad Europea en la temática	http://www.h2020-superbio.eu/ http://cordis.europa.eu/project/rcn/205470_en.html http://biconsortium.eu/ https://ec.europa.eu/eip/agriculture/ http://errin.eu/

Fuente: Elaborado a partir de las páginas web indicadas en la tercera columna del cuadro.

Anexo II

Institucionalidad relevante para el desarrollo de la bioeconomía en 10 países de América Latina y el Caribe (leyes, políticas, programas)

Cuadro A.3
Órganos Nacionales de Ciencia y Tecnología

País	Nombre
Argentina	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT)
Brasil	Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y comunicación (MCTIC)
Chile	Comisión Nacional de Investigación Científica (CONICYT)
Colombia	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS)
Costa Rica	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Comunicaciones (MCTI)
Cuba	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA)
Ecuador	Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación
México	Consejo nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt)
Perú	Consejo nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CONCYTEC)
Uruguay	Dirección de Innovación, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (DICyT)

Cuadro A.4
Leyes de Ciencia y Tecnología

País	Ley
Argentina	<i>Ley 25467</i> de Ciencia y Tecnología,
Brasil	<i>Ley 13243</i> de incentivos a la investigación científica, capacitación e innovación,
Chile	<i>No hay ley</i> , El decreto 347 establece la creación de la comisión de ciencia y tecnología pero no profundiza sobre definiciones que son las que se están discutiendo actualmente
Colombia	<i>Ley 1286</i> de fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación,
Costa Rica	<i>Ley 7169</i> de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico,
Cuba	<i>Decreto Ley 323</i> de las entidades de Ciencia, tecnología e Innovación,
Ecuador	<i>No hay ley</i> , Se establece por artículo 385 de la Constitución Nacional el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y Saberes Ancestrales, pero se encuentra actualmente en discusión el código orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad e innovación
México	Ley de Ciencia y Tecnología, Junio de 2002, última reforma DOF 08-12-2015,
Perú	<i>Ley 28303</i> , marco de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica,
Uruguay	<i>Ley 18084</i> , creación del Conicyt y la ANII

Cuadro A.5
Planes Nacionales de Ciencia y Tecnología

País	Nombre
Argentina	Plan Argentina Innovadora 2020,
Brasil	Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2016-2019
Chile	Plan Nacional de Innovación 2014-2018
Colombia	Plan Estratégico Institucional Colciencias 2015-2018
Costa Rica	Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015- 2021
Cuba	Política Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica
Ecuador	Se encontrará dentro del código orgánico de la economía social del conocimiento
México	Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018
Perú	Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano 2006- 2021
Uruguay	Plan Estratégico Nacional de Ciencia, tecnología e Innovación Uruguay

Cuadro A.6
Sistemas Nacionales de Innovación

País	Nombre
Argentina	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Ley 25467)
Brasil	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
Chile	Sistema Nacional de Innovación
Colombia	Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e innovación
Costa Rica	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
Cuba	Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica
Ecuador	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales
México	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
Perú	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
Uruguay	Sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación

Cuadro A.7
Consejos de Competitividad

País	Nombre
Chile	Comisión de Productividad
Colombia	Comisión Nacional de Competitividad e Innovación
Costa Rica	Consejo Presidencial de Competitividad e Innovación
Perú	Consejo Nacional de la Competitividad

Cuadro A.8
Estrategias de crecimiento verde

País	Nombre
Chile	Estrategia Nacional de Crecimiento Verde
Colombia	Estrategia de Crecimiento Verde del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018
Perú	Lineamientos para el Crecimiento Verde

Cuadro A.9
Agricultura sostenible

País	Nombre
Brasil	Decreto 7794 Establecimiento de la Política Nacional de Agroecología y Producción Orgánica
Chile	Ley 20412 de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios
Costa Rica	Ley 8542 de desarrollo, promoción y fomento de la actividad agropecuaria orgánica
Cuba	Proyecto de articulación agroecológica
Perú	Ley 29736 de Reconversión Productiva Agropecuaria,
Uruguay	Ley N° 18564, Conservación, uso y manejo adecuado de los suelos y las aguas

Cuadro A.10
Ganadería sostenible

País	Nombre
Argentina	Ley 25422 Régimen para la recuperación de la ganadería ovina
Brasil	Programa de ganadería sustentable
Chile	Programa Nacional de Sistemas Ganaderos
Colombia	Proyecto Ganadería colombiana sostenible
Costa Rica	Estrategia de Ganadería Baja en Carbono (Plan Nacional de Desarrollo)
Ecuador	Programa de ganadería sostenible
México	Ley del desarrollo rural sustentable
Uruguay	Plan de producción lechera sostenible

Cuadro A.11
Acuicultura sostenible

País	Nombre
Argentina	Ley N 27231 de Desarrollo Sustentable del sector Acuícola
Brasil	Ley 11959 sobre la Política Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca y la Acuicultura
Chile	Ley 20,657 de conservación y uso sustentable de los recursos hidrobiológicos
Colombia	Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia
Costa Rica	Ley 8436 de Pesca y Acuicultura
Ecuador	Programa Acuicultura
México	Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables 2007
Perú	Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura
Uruguay	Política Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en la República Oriental del Uruguay

Cuadro A.12
Agricultura familiar

País	Nombre
Argentina	Ley 27118 del Régimen de Reparación Histórica de la Agricultura Familiar
Brasil	Ley 11326 establece las directrices para la formulación de la política de agricultura familiar y emprendimientos familiares rurales
Chile	Estrategia de competitividad para la agricultura familiar campesina
Colombia	Programa de agricultura familiar
Costa Rica	Proyecto de fortalecimiento de los programas de alimentación escolar y la agricultura familiar
México	Ley de Desarrollo Rural Sustentable
Perú	Estrategia Nacional de Agricultura Familiar
Uruguay	Ley 19292 de producción familiar agropecuaria y pesca artesanal

Cuadro A.13
Comercio verde

País	Nombre
Colombia	Programa Nacional de Biocomercio Sostenible 2014-2024
Perú	Estrategia Nacional de Promoción del Biocomercio

Cuadro A.14
Estrategias/programas de cambio climático

País	Nombre
Argentina	Ley 27270 aprobación del Acuerdo de París
Brasil	Ley 12187 de cambio climático
Chile	Plan nacional de adaptación al cambio climático y estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia
Colombia	Decreto 298 creación del Sistema Nacional de Cambio Climático
Costa Rica	Estrategia Nacional de Cambio Climático
Cuba	Programa Cambio Climático en Cuba: impactos, mitigación y adaptación
Ecuador	Estrategia Nacional de Cambio Climático
México	Ley general de cambio climático
Perú	Plan de acción, mitigación y adaptación frente al cambio climático
Uruguay	Decreto 238 del 2009, creación del Sistema de respuesta al cambio climático

Cuadro A.15
Promoción de la biotecnología

País	Instrumento
Argentina	Ley 26270 de promoción del desarrollo y promoción de la biotecnología moderna
Brasil	Decreto 6041 Promoción de la biotecnología
Chile	Leyes 20241 y 20570 de incentivo tributario a la investigación
Colombia	Programa Nacional de Biotecnología
Cuba	
México	
Perú	Programa Nacional Transversal de Biotecnología
Uruguay	Ley 19,317, Ley de Biotecnología

Cuadro A.16
Leyes de bioseguridad

País	Nombre
Brasil	Ley 11105 de Bioseguridad
Cuba	Decreto ley 190 de seguridad biológica
México	Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (2005)
Perú	Ley 27104 de prevención de riesgos derivados del uso de la biotecnología
Uruguay	Decreto 353/008 de Bioseguridad de Vegetales y sus partes genéticamente modificadas

Cuadro A.17
Comisiones asesoras en biotecnología o bioseguridad

País	Nombre
Argentina	Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria
Brasil	Comité Nacional de Biotecnología
Colombia	Comité Técnico Nacional de Bioseguridad para organismos OVM
Costa Rica	Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad
Cuba	Centro Nacional de Seguridad Biológica
México	Comisión Intersectorial de Bioseguridad de los OGM
Uruguay	Gabinete Nacional de Bioseguridad Uruguay

Cuadro A.18
Leyes obtenciones vegetales y similares

País	Ley
Argentina	Ley 20247 de semillas y creaciones fitogenéticas
Brasil	Ley 9456 de protección de cultivos
Chile	Leyes 1764 y 19342
Colombia	Decreto N 533 de 1994
Costa Rica	No, 6289, Ley de Semillas; Ley 8631 de Protección de las Obtenciones Vegetales
Cuba	Decreto Ley 291 de Protección de las Variedades Vegetales
Ecuador	Ley de semillas
México	Ley federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas
Perú	Ley 27272 de Semillas
Uruguay	Leyes 18467 y 16811

Cuadro A.19
Leyes del ambiente

País	Nombre
Argentina	Ley 25675 del Ambiente
Brasil	Ley 6938 de Política Nacional del Medio Ambiente
Chile	Ley 19300 Bases Generales del Medio Ambiente
Colombia	Ley 99 del Medio Ambiente
Costa Rica	Ley Orgánica del Ambiente 7554
Cuba	Ley 81 del Medio Ambiente
Ecuador	Ley 37 de Gestión Ambiental
México	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
Perú	Ley 28611 del Ambiente
Uruguay	Ley 16466 protección del Medio Ambiente

Cuadro A.20
Leyes de biodiversidad /Vida Silvestre

País	Ley
Argentina	
Brasil	Ley 13123 de biodiversidad
Chile	
Colombia	Decreto 1603 de 1994
Costa Rica	Ley de Biodiversidad 7788
Cuba	Resolución 111 de CITMA del 1996
Ecuador	Ley 3 de 1996 de protección a la biodiversidad
México	Ley General de Vida Silvestre
Perú	Ley 26,839 de Conservación y Aprovechamiento sostenible de la Diversidad Biológica
Uruguay	

Cuadro A.21
Estrategias Nacionales Biodiversidad

País	Nombre
Argentina	Estrategia Nacional de Biodiversidad
Brasil	Política Nacional de Biodiversidad
Chile	Estrategia Nacional de Biodiversidad
Colombia	Política Nacional de Biodiversidad
Costa Rica	Política Nacional de Biodiversidad 2015- 2030
Cuba	Programa Nacional sobre la Diversidad Biológica (PNDB) 2016-2020
Ecuador	Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015- 2030
México	Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México 2016-2030
Perú	Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021
Uruguay	Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica del Uruguay 2016-2020 (ENB),

Cuadro A.22
Leyes forestales

País	Nombre
Argentina	Ley 23231 de presupuesto mínimo para la protección de bosques nativos
Brasil	Ley 11284 de gestión de los bosques
Chile	Ley 20283 de bosque nativo y fomento forestal
Colombia	Decreto 1791 sobre el aprovechamiento forestal
Costa Rica	Ley Forestal 7575
Cuba	Ley Forestal 85
Ecuador	Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre
México	Ley Forestal
Perú	Ley Forestal y de la vida Silvestre 29763
Uruguay	Ley 15939

Cuadro A.23
Incentivos forestales

País	Nombre
Argentina	Ley 26432 de Incentivo a la inversión en bosques cultivados
Brasil	Decreto 6,101 sobre Programa Nacional de bosques (Florestas)
Chile	Decreto 701 de fomento forestal
Colombia	Ley 139 de 1994 sobre el certificado de incentivo forestal
Costa Rica	dentro de Ley 7575
Cuba	dentro de la ley 85 hay incentivos fiscales
Ecuador	Incentivos para la reforestación comercial MAGAP
México	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
Perú	Ley 28852 de promoción a la inversión privada en reforestación y agroforestería
Uruguay	Ley 13723 Recursos y Economía Forestal

Cuadro A.24
Comisiones Forestales

País	Nombre
Argentina	Comisión Asesora Forestal
Brasil	Comisión Nacional de Bosques (CONAFLRO) Decreto 4,864
Chile	Corporación Nacional Forestal
Colombia	
Costa Rica	Oficina Nacional Foresta Ley 7575
Cuba	Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestal
Ecuador	Dirección Nacional Forestal
México	Comisión Nacional Forestal
Perú	Serfor y Servicio Nacional de Gestión Forestal
Uruguay	Dirección General Forestal

Cuadro A.25
Pago por Servicios Ambientales

País	Nombre
Colombia	Decreto ministerial 953 de 2011
Costa Rica	Dentro de la Ley Forestal 7575 se incluyen los PSA
Ecuador	Acuerdo Ministerial 131 del 2013 por el cual se crea el Programa Nacional de Incentivos a la Conservación y Uso Sostenible del Patrimonio Natural –Socio Bosque”
México	Programa de pago pro servicios ambientales en áreas naturales protegidas

Cuadro A.26
Instituto / Oficinas de Semillas

País	Nombre
Argentina	Instituto Nacional de Semillas
Brasil	
Chile	
Colombia	
Costa Rica	Oficina Nacional de Semillas
Cuba	Instituto de Investigaciones de Semillas
Ecuador	
México	
Perú	
Uruguay	Instituto Nacional de Semillas

Cuadro A.27
Ley/Programa Biocombustibles

País	Nombre
Argentina	Ley 26093
Brasil	Ley 13263
Chile	Decreto 11
Colombia	Ley 1715
Costa Rica	Programa Nacional de Biocombustibles
Cuba	Decretos 1879 y 971
Ecuador	Programa de Biocombustible y Agroenergía
México	Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos,
Perú	Ley 28054 de Promoción del Mercado de Biocombustibles
Uruguay	Ley 18195 de Fomento y Regulación de la producción, comercialización y utilización de Agrocombustibles,

Cuadro A.28
Leyes/programas energías renovables

País	Nombre
Argentina	Ley 27191 Régimen de Fomento para energías renovables
Brasil	Ley 10438 de Incentivo a la inversión energías renovables
Chile	Ley 20698 ampliación de la matriz energética
Colombia	Ley 1715 de Integración de Energías Renovables al Sistema Energético Nacional
Costa Rica	Plan Nacional de Energía 2015-2030
Cuba	Política para el Desarrollo Perspectivo de las Fuentes Renovables y el Uso Eficiente de la energía 2014–2030
Ecuador	Lineamientos de energías renovables incluidos el Plan del Buen Vivir,
Perú	Decreto Legislativo de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables
Uruguay	Ley 19406 de beneficios para la producción de paneles solares, Ver otros

Cuadro A.29
Leyes / Políticas de residuos sólidos

País	Nombre
Argentina	Ley 1854 de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos
Brasil	Ley 12305 sobre la Política Nacional de Residuos Sólidos
Chile	Ley 20920 Marco para la Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje
Colombia	Política Nacional de Gestión de Residuos Agrícolas
Costa Rica	Ley 8839 Gestión Integral de Residuos
Cuba	Ley 1288
Ecuador	Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos
México	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos
Perú	Ley General 27314 de Residuos Sólidos
Uruguay	Decreto 182 del 2013 Reglamento para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos sólidos industriales y asimilados

Cuadro A.30
Promoción del uso de los residuos

País	Nombre
Argentina	PROBIOMASA
Brasil	Plan ABC, tratamiento de los desechos animales
Costa Rica	Proyecto Uso de Residuos Agrícolas Orgánicos para generar energía (RAO)
México	Programa de Fomento a la Agricultura, componente de energías renovables 2017
Uruguay	Proyecto Bio Valor

Cuadro A.31
Ratificación de Acuerdos Ambientales Globales

País	Convención Biodiversidad	Acuerdo de Cartagena sobre Bioseguridad, de la Convención de Biodiversidad	Convención de Cambio Climático	Acuerdo de París sobre el Cambio Climático
Argentina	1994-11-22		1994-11-03	2016-09-21
Brasil	1994-11-22		1994-02-28	2016-09-21
Chile	1994-09-09		1994-12-22	2017-02-10
Colombia	1994-11-28	2003-11-09	1995-03-22	2007-06-07
Costa Rica	1994-08-26	2007-07-05	1994-08-26	2016-10-13
Cuba	1994-03-08	2003-11-09	1994-01-05	2016-12-28
Ecuador	1993-02-23	2003-11-09	1993-02-23	2016-07-26
México	1993-03-11	2003-11-09	1993-03-11	2016-09-21
Perú	1993-06-07	2004-07-13	1993-06-07	2016-07-26
Uruguay	1993-11-05	2012-01-31	1994-08-18	2016-10-19

Anexo III

Anexo estadístico sobre exportaciones de la bioeconomía en América Latina y el Caribe

Cuadro A.32
Clasificación del Sistema Armonizado a dos dígitos, según grandes sectores económicos

Código y descripción	Bioeconomía 1	Bioeconomía 2	Economía mineral y fósil	Manufacturas
Sección I: Animales vivos y productos del reino animal				
1 Animales vivos	Agricultura y agroindustria			
2 Carne y despojos comestibles	Agricultura y agroindustria			
3 Pescados y crustáceos, moluscos y demás invertebrados acuáticos	Pesca, acuicultura y productos derivados			
4 Leche y productos lácteos; huevos de ave; miel natural; productos comestibles de origen animal, no expresados ni comprendidos en otra parte	Agricultura y agroindustria			
5 Los demás productos de origen animal no expresados ni comprendidos en otra parte.	Agricultura y agroindustria y pesca, acuicultura y productos derivados			
Sección II: Productos del reino vegetal				
6 Plantas vivas y productos de la floricultura.	Agricultura y agroindustria			
7 Hortalizas, plantas, raíces y tubérculos alimenticios	Agricultura y agroindustria			
8 Frutas y frutos comestibles; cortezas de agrios (cítricos), melones o sandías.	Agricultura y agroindustria			
9 Café, té, yerba mate y especias	Agricultura y agroindustria			
10 Cereales.	Agricultura y agroindustria			
11 Productos de la molinería; malta; almidón y fécula; inulina; gluten de trigo.	Agricultura y agroindustria			
12 Semillas y frutos oleaginosos; semillas y frutos diversos; plantas industriales o medicinales; paja y forraje	Agricultura y agroindustria			
13 Gomas, resinas y demás jugos y extractos vegetales.	Agricultura y agroindustria			
14 Materias trenzables y demás productos de origen vegetal, no expresados ni comprendidos en otra parte.	Agricultura y agroindustria			
Sección III: Grasas y aceites animales o vegetales; productos de su desdoblamiento; grasas alimenticias elaboradas; ceras de origen animal o vegetal				
15 Grasas y aceites animales o vegetales; productos de su desdoblamiento; grasas alimenticias elaboradas; ceras de origen animal o vegetal.	Industria alimentaria			
Sección IV: Productos de las industrias alimentarias; bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre; tabaco y sucedáneos del tabaco elaborados				
16 Preparaciones de carne, pescado o de crustáceos, moluscos o demás invertebrados acuáticos.	Industria alimentaria y Pesca, acuicultura y productos derivados			
17 Azúcares y artículos de confitería.	Agricultura y agroindustria e industria alimentaria			
18 Cacao y sus preparaciones.	Agricultura y agroindustria e industria alimentaria			

Cuadro A.32 (continuación)

Código y descripción	Bioeconomía 1	Bioeconomía 2	Economía mineral y fósil	Manufacturas
19 Preparaciones a base de cereales, harina, almidón, fécula o leche; productos de pastelería.	Industria alimentaria			
20 Preparaciones de hortalizas, frutas u otros frutos o demás partes de plantas.	Industria alimentaria			
21 Preparaciones alimenticias diversas.	Industria alimentaria			
22 Bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre.	Industria alimentaria			
23 Residuos y desperdicios de las industrias alimentarias; alimentos preparados para animales.	Industria alimentaria			
24 Tabaco y sucedáneos del tabaco elaborados.	Agricultura y agroindustria	Perfumería y cosmética de origen biológico		Otras manufacturas
Sección V: Productos minerales				
25 Sal; azufre; tierras y piedras; yesos, cales y cementos.			Minerales no combustibles, metales y derivados	
26 Minerales metalíferos, escorias y ceniza.			Minerales no combustibles, metales y derivados	
27 Combustibles minerales, aceites minerales y productos de su destilación; materias bituminosas; ceras minerales.			Minerales fósiles combustibles y derivados.	
Sección IV: Productos de las industrias químicas o de las industrias conexas				
28 Productos químicos inorgánicos; compuestos inorgánicos u orgánicos de metal precioso, de elementos radiactivos, de metales de las tierras raras o de isótopos.				Industria química
29 Productos químicos orgánicos.		Bioetanol y otros alcoholes		Industria química
30 Productos farmacéuticos		Productos farmacéuticos de origen biológico		Industria farmacéutica y cosmética
31 Abonos		Productos químicos de base biológica		Industria química
32 Extractos curtientes o tintóreos; taninos y sus derivados; pigmentos y demás materias colorantes; pinturas y barnices; mástiques; tintas		Productos químicos de base biológica		Industria química
33 Aceites esenciales y resinoides; preparaciones de perfumería, de tocador o de cosmética		Perfumería y cosmética de origen biológico		Industria farmacéutica y cosmética
34 Jabón, agentes de superficie orgánicos, preparaciones para lavar, preparaciones lubricantes, ceras artificiales, ceras preparadas, productos de limpieza, velas y artículos similares, pastas para modelar, «ceras para odontología» y preparaciones para odontología a base de yeso fraguable.				Industria farmacéutica y cosmética
35 Materias albuminoideas; productos a base de almidón o de fécula modificados; colas; enzimas.		Productos químicos de base biológica		Industria química

Cuadro A.32 (continuación)

Código y descripción	Bioeconomía 1	Bioeconomía 2	Economía mineral y fósil	Manufacturas
36 Pólvora y explosivos; artículos de pirotecnia; fósforos (cerillas); aleaciones pirofóricas; materias inflamables.				Industria química
37 Productos fotográficos o cinematográficos		Pulpa de madera e industria del papel		Otras manufacturas
38 Productos diversos de las industrias químicas.		Productos químicos de base biológica; Biodiesel	Minerales no combustibles, metales y derivados	Industria química
Sección VII: Plástico y sus manufacturas; caucho y sus manufacturas				
39 Plástico y sus manufacturas.		Bioplásticos		Industria del plástico y del caucho
40 Caucho y sus manufacturas.		Bioplásticos		Industria del plástico y del caucho
Sección VIII: Pieles, cueros, peletería y manufacturas de estas materias; artículos de talabartería o guarnicionería; artículos de viaje, bolsos de mano (carteras) y continentes similares; manufacturas de tripa				
41 Pieles (excepto la peletería) y cuero.		Fibras, textiles y cueros		
42 Manufacturas de cuero; artículos de talabartería o guarnicionería; artículos de viaje, bolsos de mano (carteras) y continentes similares		Fibras, textiles y cueros		Textiles sintéticos, vestuario y calzado
43 Peletería y confecciones de peletería; peletería facticia o artificial.		Fibras, textiles y cueros		Textiles sintéticos, vestuario y calzado
Sección IX: Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera; corcho y sus manufacturas; manufacturas de espartería o cestería				
44 Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera.	Productos forestales e industria de la madera.	Bioenergía sólida		
45 Corcho y sus manufacturas.	Productos forestales e industria de la madera			
46 Manufacturas de espartería o cestería.	Productos forestales e industria de la madera			
Sección X: Pasta de madera o de las demás materias fibrosas celulósicas; papel o cartón para reciclar (desperdicios y desechos); papel o cartón y sus aplicaciones				
47 Pasta de madera o de las demás materias fibrosas celulósicas; papel o cartón para reciclar (desperdicios y desechos).		Pulpa de madera e industria del papel		
48 Papel y cartón; manufacturas de pasta de celulosa, de papel o cartón.		Pulpa de madera e industria del papel		
49 Productos editoriales, de la prensa y de las demás industrias gráficas; textos manuscritos o mecanografiados y planos.				Otras manufacturas
Sección XI: Materias textiles y sus manufacturas				
50 Seda.		Fibras, textiles y cueros		
51 Wool, fine or coarse animal hair; horsehair yarn and woven fabric		Fibras, textiles y cueros		

Cuadro A.32 (continuación)

Código y descripción	Bioeconomía 1	Bioeconomía 2	Economía mineral y fósil	Manufacturas
Sección XI: Materias textiles y sus manufacturas				
52 Algodón.		Fibras, textiles y cueros		
53 Las demás fibras textiles vegetales; hilados de papel y tejidos de hilados de papel.		Fibras, textiles y cueros		
54 Filamentos sintéticos o artificiales; tiras y formas similares de materia textil sintética o artificial.				Textiles sintéticos, vestuario y calzado
55 Fibras sintéticas o artificiales discontinuas.				Textiles sintéticos, vestuario y calzado
56 Guata, fieltro y tela sin tejer; hilados especiales; cordeles, cuerdas y cordajes; artículos de cordelería.		Fibras, textiles y cueros		Textiles sintéticos, vestuario y calzado
57 Alfombras y demás revestimientos para el suelo, de materia textil.		Fibras, textiles y cueros		Textiles sintéticos, vestuario y calzado
58 Tejidos especiales; superficies textiles con mechón insertado; encajes; tapicería; pasamanería; bordados.		Fibras, textiles y cueros		Textiles sintéticos, vestuario y calzado
59 Telas impregnadas, recubiertas, revestidas o estratificadas; artículos técnicos de materia textil.				Textiles sintéticos, vestuario y calzado
60 Tejidos de punto				Textiles sintéticos, vestuario y calzado.
61 Prendas y complementos (accesorios), de vestir, de punto				Textiles sintéticos, vestuario y calzado
62 Prendas y complementos (accesorios), de vestir, excepto los de punto.				Textiles sintéticos, vestuario y calzado
63 Los demás artículos textiles confeccionados; juegos; prendería y trapos.				Textiles sintéticos, vestuario y calzado
Sección XII: calzado, sombreros y demás tocados, paraguas, quitasoles, bastones, látigos, fustas, y sus partes; plumas preparadas y artículos de plumas; flores				
64 Calzado, polainas y artículos análogos; partes de estos artículos.				Textiles sintéticos, vestuario y calzado
65 Sombreros, demás tocados y sus partes.				Textiles sintéticos, vestuario y calzado
66 Paraguas, sombrillas, quitasoles, bastones, bastones asiento, látigos, fustas, y sus partes.				Textiles sintéticos, vestuario y calzado
67 Plumasy plumón preparados y artículos de plumas o plumón; flores artificiales; manufacturas de cabello.				Textiles sintéticos, vestuario y calzado

Cuadro A.32 (continuación)

Código y descripción	Bioeconomía 1	Bioeconomía 2	Economía mineral y fósil	Manufacturas
Sección XIII: manufacturas de piedra, yeso fraguable, cemento, amianto (asbesto), mica o materias análogas; productos cerámicos; vidrio y sus manufacturas				
68 Artículos de piedra, yeso, cemento, asbesto, mica o materias similares.			Minerales no combustibles, metales y derivados; y minerales fósiles y derivados	
69 Productos de cerámica.			Minerales no combustibles, metales y derivados	
70 Vidrio y productos de vidrio.			Minerales no combustibles, metales y derivados	
Sección XIV: Piedras preciosas o semipreciosas, metales preciosos, chapados de metal precioso y sus manufacturas; joyería de imitación; acuñar				
71 Perlas finas (naturales) o cultivadas, piedras preciosas o semipreciosas, metales preciosos, chapados de metal precioso (plaqué) y manufacturas de estas materias; bisutería; monedas.	Industria alimentaria y Pesca, acuicultura y productos derivados		Minerales no combustibles, metales y derivados	
Sección XV: Metales comunes y manufacturas de estos metales				
72 Fundición, hierro y acero.			Minerales no combustibles, metales y derivados	
73 Manufacturas de fundición, hierro o acero.				Industria metalmecánica
74 Cobre y sus manufacturas			Minerales no combustibles, metales y derivados	
75 Níquel y sus manufacturas.			Minerales no combustibles, metales y derivados	
76 Aluminio y sus manufacturas			Minerales no combustibles, metales y derivados	
77 (Reservado para una futura utilización en el Sistema Armonizado)				
78 Plomo y sus manufacturas.			Minerales no combustibles, metales y derivados	
79 Cinc y sus manufacturas.			Minerales no combustibles, metales y derivados	
80 Estaño y sus manufacturas.			Minerales no combustibles, metales y derivados	
81 Los demás metales comunes; cermets; manufacturas de estas materias.			Minerales no combustibles, metales y derivados	

Cuadro A.32 (conclusión)

Código y descripción	Bioeconomía 1	Bioeconomía 2	Economía mineral y fósil	Manufacturas
82 Herramientas y útiles, art. de cuchillería y cubiertos de mesa, de metal común; partes de estos artículos, de metal común.				Industria metalmecánica
83 Manufacturas diversas de metal común.				Industria metalmecánica
Sección XVI: Máquinas y aparatos, material eléctrico y sus partes; aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido en televisión, y las partes y accesorios de estos aparatos				
84 Reactores nucleares, calderas, máquinas, aparatos y artefactos mecánicos; partes de estas máquinas o aparatos.				Maquinaria y equipos
85 Máquinas, aparatos y material eléctrico, y sus partes; aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido en televisión, y las partes y accesorios de estos aparatos.				Maquinaria y equipos
Sección XVII: Material de transporte				
86 Vehículos y material para vías férreas o similares, y sus partes; aparatos mecánicos (incluso electromecánicos) de señalización para vías de comunicación.				Maquinaria y equipos
87 Vehículos automóviles, tractores, velocípedos y demás vehículos terrestres; sus partes y accesorios.				Maquinaria y equipos
88 Aeronaves, vehículos espaciales, y sus partes.				Maquinaria y equipos
89 Barcos y demás artefactos flotantes.				Maquinaria y equipos
Sección XVIII: Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía, de medida, control o precisión; instrumentos y aparatos medicoquirúrgicos; aparatos de relojería; instrumentos musicales; partes y accesorios de estos instrumentos o aparatos				
90 Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía, de medida, control o precisión; instrumentos y aparatos medicoquirúrgicos; partes y accesorios de estos instrumentos o aparatos.				Maquinaria y equipos
91 Aparatos de relojería y sus partes.				Maquinaria y equipos
92 Instrumentos musicales; sus partes y accesorios.				Maquinaria y equipos
Sección XIX: armas, municiones, y sus partes y accesorios				
93 Armas, municiones, y sus partes y accesorios.				Maquinaria y equipos
Sección XX: Mercancías y productos diversos				
94 Muebles; mobiliario medicoquirúrgico; artículos de cama y similares; aparatos de alumbrado no expresados ni comprendidos en otra parte; anuncios, letreros y placas indicadoras luminosos y artículos similares; construcciones prefabricadas				Otras manufacturas
95 Juguetes, juegos y artículos para recreo o deporte; sus partes y accesorios.				Otras manufacturas
96 Manufacturas diversas.				Otras manufacturas
Sección XXI: Objetos de arte o colección y antigüedades				
97 Objetos de arte o colección y antigüedades.				Otras manufacturas
Otros				
99 Productos no especificados según tipo				Otras manufacturas

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro III.33
América Latina y el Caribe (22 países): Contribución a las exportaciones regionales de la bioeconomía,
por rubros y exportaciones totales 2000-2015
Porcentajes

Países	Agricultura y agroindustria	Industria alimenticia	Pesca, acuicultura y derivados.	Forestal e industria de la madera	Pulpa e industria papel	Químicos base biológica	Fibras, textiles y cueros	Biodiesel	Bioetanol	Bioenergía sólida	Industria biofarmacéutica	Bioplásticos y caucho	Agricultura y agroindustria	Exportaciones totales
Argentina	13,5	33,9	11,4	3,1	3,4	18,2	14,8	97,6	0,6	5,1	27,1	7,1	25,9	7,2
Bolivia (Estado Plurinacional de)	0,5	1,6	0,0	1,2	0,0	0,1	0,7		3,2	0,1	0,0	0,0	0,4	1,0
Brasil	46,2	24,5	2,0	34,1	50,7	29,0	45,6	1,6	77,2	18,6	19,0	37,3	42,9	22,7
Chile	5,5	6,6	33,5	32,9	23,5	2,8	1,7		0,0	50,5	0,9	7,8	0,4	7,5
Colombia	4,0	2,1	1,5	0,7	3,0	1,9	3,9		0,0	0,4	2,5	7,4	0,3	5,1
Costa Rica	2,0	2,0	1,1	1,2	1,0	1,4	0,4		1,5	0,0	14,8	0,6	0,8	1,1
Cuba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
República Dominicana	0,7	0,7	0,1	0,1	0,7	0,3	3,5		0,2	0,1	0,9	0,1	2,9	0,7
Ecuador	3,1	1,6	23,8	4,4	0,4	0,6	0,7	0,8	1,4	0,9	0,8	0,1	0,3	2,2
El Salvador	0,4	0,8	0,7	0,1	1,9	0,1	1,2		1,5	0,1	0,1	0,1	0,0	0,5
Guatemala	2,4	1,9	0,7	1,1	1,6	0,9	1,2		6,7	0,1	0,7	0,4	0,9	1,0
Guyana	0,2	0,1	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Honduras	0,7	0,5	1,4	0,4	0,6	0,2	0,0		0,0	0,2	0,1	1,4	0,1	0,3
Jamaica	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0		3,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1
México	9,9	15,1	7,2	6,2	10,6	23,9	13,0		0,3	3,8	23,9	37,0	17,4	36,4
Nicaragua	1,1	0,4	1,8	0,2	0,1	0,0	0,4		0,2	0,0	0,3	0,0	0,2	0,4
Panamá	0,2	0,3	1,2	0,6	0,3	0,2	1,0		0,1	0,0	1,9	0,0	0,1	0,5
Paraguay	3,0	1,9	0,0	0,9	0,1	0,1	2,0		0,3	5,2	0,9	0,0	2,6	0,8
Perú	2,6	4,3	10,5	2,8	0,8	1,6	3,5		3,4	0,0	0,4	0,3	1,9	4,1
Trinidad y Tabago	0,0	0,5	0,1	0,1	0,4	14,1	0,0		0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
Uruguay	3,7	0,5	1,4	8,4	0,7	2,1	6,1	0,0	0,0	14,5	5,0	0,3	1,5	0,8
Venezuela (República Bolivariana de)	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	2,6	0,1		0,0	0,3	0,6	0,0	0,5	5,7
Resto Caribe	0,1	0,4	0,9	0,4	0,2	0,0	0,1		0,1	0,0	0,1	0,0	0,6	0,4
Total ALC	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



NACIONES UNIDAS

Serie**CEPAL****Desarrollo Productivo****Números publicados****Un listado completo así como los archivos pdf están disponibles en****www.cepal.org/publicaciones**

215. Bioeconomía en América Latina y el Caribe: contexto global y regional y perspectivas, Adrián G. Rodríguez, Andrés O. Mondaini y Maureen A. Hitschfeld (LC/TS.2017/96), 2017.
214. Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sistemas alimentarios sostenibles. Una propuesta para la formulación de políticas integradoras, Adrián G. Rodríguez (LC/TS.2017/89), 2017.
213. Las empresas manufactureras de cobre en Chile, Lilia Stubrin y Joaquín Gana (LC/TS.2017/64), 2017.
212. Micro-macro interactions, growth and income distribution revisited, Mario Cimoli and Gabriel Porcile (LC/TS.2017/55), 2017.
210. Modelos de gestión de centros tecnológicos sectoriales. Elementos de un análisis comparado, Marco Dini y Mattia Tassinari (LC/TS.2017/44), 2017.
209. Gobiernos corporativos e inversión extranjera directa en América Latina: las fusiones y adquisiciones transfronterizas, Carolina Águila Jaramillo, Georgina Núñez Reyes y Marcelo Pereira Dolabella (LC/TS.2017/41), 2017.
208. Chinese Investments in Latin America. Opportunities for growth and diversification, Miguel Pérez Ludeña (LC/TS.2017/18), 2017.
207. Pobreza, desigualdad y estructura productiva en ciudades: evidencia desde Chile usando datos de panel, Felipe Correa (LC/L.4271), 2016.
206. Pobreza y desigualdades rurales: perspectivas de género, juventud y mercado de trabajo, Sinduja Srinivasan y Adrián Rodríguez (LC/L.4206), 2016.
205. Premature deindustrialization in Latin America, Mario Castillo y Antonio Martins (LC/L.4183), 2016.
204. Transformaciones rurales y agricultura familiar en América Latina: una mirada a través de las encuestas de hogares, Adrián Rodríguez (LC/L.4168), 2016.
203. Encadenamientos productivos desde la minería de Chile, Felipe Correa Mautz (LC/L.4160), 2016.
202. Adiós al viento de cola: se abre un nuevo ciclo de ajuste estructural, Jorge Katz (LC/L.4157), 2016.
201. Productivity, social expenditure and income distribution in Latin America, Mario Cimoli, Antonio Martins Neto, Gabriel Porcile and Fernando Sossdorf (LC/L.4105), 2015.
200. Bioeconomía: nuevas oportunidades para la agricultura (LC/L.4032), 2015.

215

DESARROLLO PRODUCTIVO

Series

C E P A L

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE
ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN
www.cepal.org