

La bioeconomía: potenciando el desarrollo sostenible de la agricultura y los territorios rurales en ALC

Capítulo especial

Informe Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2019-2020



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

IICA



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2019

Bioeconomía: Potenciando el desarrollo sostenible de la agricultura y de los territorios rurales en América Latina y el Caribe por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)
Creado a partir de la obra en www.iica.int.

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Este documento forma parte del documento “Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2019-2020” elaborado conjuntamente por CEPAL, FAO e IICA.

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la CEPAL, la FAO y el IICA, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentadas, no implica que se aprueben o recomienden de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en las siguientes direcciones electrónicas:

www.agrirural.org
www.cepal.org
www.fao.org/americas
www.iica.int

Autores: Hugo Chavarría, Eduardo Trigo (IICA) y Adrián Rodríguez (ECLAC)

Corrección de estilo: Máximo Araya

Diagramado: Comunicaciones Milenio S.A.

Diseño de portada: Comunicaciones Milenio S.A.

Impresión: Gráfica Litho-offset S.A.

Agradecimientos

Se agradecen los valiosos insumos y aportes recibidos de Lucía Pittaluga, Marco Zapata, Benjamín Lombeida, Ángel Onofa, Miguel Arias, Rafael Aramendis, Antonio Geraldo de Paula Oliveira, Guillermo Pérez, Octavio Sotomayor, Mónica Rodrigues, Paul Wander, Orlando Vega, Maya Takagi, Olivier Dubois, Anne Katrin Bogdansk, Marta Gómez San Juan.

San José, Costa Rica
2019

Índice general

Abrevaciones y acrónimos	04
Prólogo	05
Introducción	08
Contexto.....	08
¿Qué es la bioeconomía?	08
La bioeconomía y la Agenda 2030	10
¿Por qué la bioeconomía para ALC?	10
La bioeconomía en ALC.....	13
Avances en los ámbitos tecnológico y productivo	13
El desarrollo de estrategias y marcos de políticas.....	21
Los ejes estratégicos para el desarrollo de la bioeconomía en ALC.....	26
Anexos: Hacia una bioeconomía sostenible: Lecciones aprendidas a partir de estudios de casos.....	30
Bibliografía	34

Abreviaciones y acrónimos

ALC América Latina y el Caribe.

CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

GEI Gases de efecto invernadero.

PNUD Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

ODS Objetivos de desarrollo sostenible.

Prólogo

Conscientes del potencial de la bioeconomía para solventar las principales necesidades económicas, sociales y ambientales de América Latina y el Caribe, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) decidieron incluir en la edición 2019-2020 de su informe conjunto “Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas” un capítulo especial enfocado en el análisis de este tema.

En el documento que se presenta a continuación, que es una copia fiel de dicho capítulo especial, intitulado: “La bioeconomía: potenciando el desarrollo sostenible de la agricultura y los territorios rurales en América Latina y el Caribe”, primero se analiza cómo la bioeconomía utiliza los avances de la ciencia, la tecnología y el conocimiento

para aprovechar más eficiente y sosteniblemente los recursos y principios biológicos, abundantes en la región, y luego se profundiza en cómo han evolucionado los modelos de negocios de la bioeconomía latinoamericana, así como sus políticas e institucionalidad.

En dicho análisis se resalta que, aun cuando el concepto de bioeconomía surgió muy recientemente, varios países de la región ya han logrado avances significativos en la materia, actuando primero como precursores y, en la actualidad, como líderes de diversos aprovechamientos que sirven de ejemplo y motivación. Asimismo, se señala que, para que la bioeconomía vaya más allá de experiencias puntuales de éxito y se convierta en un nuevo paradigma de desarrollo para la agricultura y los territorios rurales, es necesario elaborar un marco integral de políticas e institucionalidad que transforme las relaciones de producción, industrialización y consumo de toda la sociedad.



La bioeconomía: potenciando el desarrollo sostenible de la agricultura y los territorios rurales en ALC

Para que el aprovechamiento productivo de la bioeconomía sea viable, factible y seguro para todas las agriculturas y ruralidades, es indispensable construir las condiciones políticas, económicas y ambientales requeridas.

Introducción

La bioeconomía permite utilizar las nuevas fronteras de la ciencia y la tecnología para aprovechar más eficiente y sosteniblemente los recursos y principios biológicos, elementos ricos y abundantes en ALC. Aunque la bioeconomía es un concepto reciente, la región viene trabajando en estos temas desde hace muchos años. En efecto, los países de ALC han sido precursores, y hoy son líderes, de algunos aprovechamientos de la bioeconomía. Son muchos los casos de éxito que pueden servir de ejemplo y motivación.

Contexto

Para su pleno desarrollo, la bioeconomía necesita construir su propio sistema tecno-económico y sus propios mecanismos político-institucionales de apoyo.

¿Qué es la bioeconomía?



La bioeconomía es un nuevo paradigma tecno-económico de producción y consumo.

La bioeconomía se entiende como “la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, incluidos los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados con ellos, para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía

sostenible” (International Advisory Council of the Global Bioeconomy Summit 2018 – IAC-GBC2018, p. 2). Esta definición destaca no solo el potencial que ofrece el desarrollo del conocimiento en el ámbito de las ciencias (*European Commission 2005*), sino también el potencial de la base biológica como motor de desarrollo.

Figura 1: Recursos biológicos que ofrece la biodiversidad.



La bioeconomía es un nuevo paradigma tecno-económico de producción y consumo que se desarrolla actualmente siguiendo la lógica del paradigma anterior, la revolución industrial y la economía fósil. Por lo tanto, para lograr su pleno desarrollo, la bioeconomía

necesita construir su propio sistema tecnológico y sus propios mecanismos político-institucionales de apoyo.

En ese proceso habrá perdedores (por ejemplo, en la economía de combustibles fósiles) y ganadores (por ejemplo, en nuevas cadenas de valor basadas en recursos biológicos) y corresponderá a cada país decidir cómo gestionar ese equilibrio. La descarbonización fósil, elemento central en el modelo tecno-económico de la bioeconomía, es un objetivo que aparece cada vez más en las discusiones regionales y nacionales sobre políticas de desarrollo, pero se ha avanzado poco, y apenas empieza a reflejarse en las estrategias de política e inversión.

El concepto de bioeconomía como enfoque de desarrollo se ha visto favorecido por el avance de la ciencia y la tecnología y por la necesidad de atender nuevos problemas y preocupaciones. Aparece, entonces, como aparecieron la revolución industrial y otras revoluciones en épocas anteriores, potenciado por el extraordinario avance experimentado en las últimas tres décadas por el conocimiento y las tecnologías en el ámbito de las ciencias biológicas, así como por la complementariedad y convergencia de las ciencias biológicas y las ciencias y tecnologías de materiales (especialmente la nanotecnología) y la información (por ejemplo, digitalización, tecnologías de la información y la comunicación, internet de las cosas). Todo ello ha contribuido a ampliar de manera sustantiva el conocimiento que se tenía del potencial de los recursos biológicos y de las posibilidades para su aprovechamiento y uso sostenible.

También han acelerado el surgimiento de la bioeconomía como enfoque de desarrollo las preocupaciones asociadas al cambio climático, cuyo combate implica cambiar la

base material y energética de la economía. Dado que su base material y energética son los recursos biológicos, la bioeconomía es central en el cambio de modelo que se requiere para combatir el cambio climático. La bioeconomía, que emerge también en un contexto de preocupación por la sostenibilidad de la agricultura —en términos del uso de los recursos naturales y de los GEI que generan sus actividades productivas—, ofrece soluciones a esas inquietudes, contribuyendo a la adaptación y a la mitigación, pero también a potenciar las sinergias entre ambas.

La definición de bioeconomía propuesta destaca cuatro elementos:

1. la producción, la utilización y la conservación de los recursos biológicos;
2. los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados con el elemento anterior;
3. la producción de información, productos, procesos y servicios que pueden ser utilizados por todos los sectores económicos; y
4. el objetivo de avanzar hacia una economía sostenible.

En el sector agropecuario dichos elementos remiten a:

1. la biomasa y los recursos genéticos;
2. los conocimientos derivados de las ciencias biológicas y la aplicación de las biotecnologías y las tecnologías modernas relacionadas con la bioeconomía y,
3. el incremento del valor agregado y la diversificación.



El elemento distintivo de la bioeconomía como marco de política y enfoque de desarrollo es que su base material y energética son los recursos biológicos.

La bioeconomía y la Agenda 2030

La bioeconomía proporciona un marco conceptual para el desarrollo de estrategias orientadas a enfrentar los grandes retos sociales y las preocupaciones de desarrollo sostenible contemplados en la Agenda 2030. Un aprovechamiento productivo más eficiente y sostenible de los recursos y principios biológicos, gracias a los avances de la ciencia, la tecnología y el conocimiento, permitiría plantear nuevas alternativas económicas, sobre todo en el ámbito rural; por ejemplo, para la intensificación sostenible de la producción agropecuaria, aplicaciones biotecnológicas para desarrollar variedades más productivas, mejor adaptadas al cambio climático y con atributos nutricionales mejorados, productos biofarmacéuticos, materiales biofuncionalizados para aplicaciones médicas y una mejor educación, entre otros.

Es importante destacar que las actividades de la bioeconomía no son necesariamente sostenibles. Cuando se usan recursos biológicos y biomasa para generar alimentos para humanos y animales, combustible y productos biológicos, se pueden tener efectos ambientales y socioeconómicos positivos y negativos. En el contexto de su trabajo sobre directrices de

bioeconomía sostenible, la FAO presentó 26 estudios de caso, correspondientes a intervenciones de bioeconomía sostenible efectuadas en todo el mundo, los cuales abarcaban una amplia gama de temas y sectores. Esta diversidad refleja la naturaleza de la bioeconomía. Ahora bien, aunque no hay un modelo único para el desarrollo y la implementación de la bioeconomía, sí se puede adelantar una serie de indicaciones acerca de cómo lograr una transición sostenible hacia ella.

Las lecciones aprendidas de los 26 estudios de caso dan una idea de cómo se efectúa en la práctica el cambio hacia la sostenibilidad. Además, muestran claramente que la sostenibilidad no se produce de manera automática. Siempre que sea posible, se deben unir los esfuerzos de múltiples actores para lograr sinergias y reducir discrepancias respecto a las metas de sostenibilidad. Estas lecciones se han estructurado de acuerdo a seis temas principales, no exclusivos, y asociados a la mayoría de los objetivos de desarrollo de la bioeconomía, a saber: seguridad alimentaria, gestión de los recursos naturales, cambio climático, producción y consumo responsables, crecimiento económico y buena gobernanza.

¿Por qué la bioeconomía para ALC?

La bioeconomía es tanto una oportunidad como una necesidad para ALC. Es una oportunidad porque en la región existen los dos ingredientes básicos que la sustentan:

1. una amplia disponibilidad de recursos biológicos (biodiversidad y recursos genéticos, diversidad de paisajes productivos, capacidad para producir biomasas, generación de biomasa de desecho poco utilizada); y
2. las capacidades científicas y tecnológicas necesarias para el desarrollo de la bioeconomía, como son las ciencias agrícolas y las ciencias biológicas.

La bioeconomía es también una necesidad para la región, por ejemplo:

1. ante el reto de encontrar nuevas rutas para un desarrollo rural y agrícola más sostenible e inclusivo (podría apoyar en la resolución de problemas de equidad, distribución, pobreza y desequilibrio territorial);

2. dada la urgencia de encontrar alternativas de mitigación y adaptación del sector agropecuario frente al cambio climático, que a la vez garanticen la sostenibilidad y la competitividad del sector, así como la inclusión de los pequeños productores; y
3. de cara al objetivo global de contribuir a la descarbonización fósil de las economías.

La bioeconomía, una oportunidad

Considerada en su conjunto, ALC es una región estratégicamente favorecida en términos de su dotación de recursos de naturaleza biológica. Con un territorio que representa el 13 % de la masa terrestre del planeta y que alberga el 9 % de la población mundial, la región contiene, como porcentaje del total de los recursos mundiales correspondientes, el 50 % de la biodiversidad conocida, el 21 % de las ecorregiones terrestres, el 22 % del agua fresca, el 16 % de los recursos de agua marinos, el 23 % de los bosques y el 57 % de los bosques primarios; recibe el 29 %

de las precipitaciones y tiene el 31 % de los 35 millones de kilómetros cúbicos de recursos de agua dulce del planeta (PNUD 2013). Además, ALC es la región en desarrollo con mayor proporción de tierra disponible per cápita apta para incorporar a las actividades productivas. No obstante, persisten brechas de productividad significativas en los principales cultivos (Sennhauser et al. 2011).

La situación en el campo de la ciencia y la tecnología es más diversa. En términos agregados, en las últimas décadas la región ha incrementado de manera significativa sus inversiones en I+D agropecuarios, con un aumento del 75 % entre mediados de 1990 y 2010; sin embargo, buena parte de estos incrementos se dieron en los países de mayor tamaño —México, Brasil, Argentina y, en menor medida, en Colombia, Costa Rica, Chile y Uruguay—, mientras que el resto muestra cierto rezago (Stads et al. 2016). En lo relativo a biotecnología, área crucial para el desarrollo de la bioeconomía, la situación es similar, ya que se observan grandes disparidades con respecto a otras partes del mundo no solo en cuanto a los volúmenes de inversión, sino también en cuanto al desempeño de los sistemas.

La región, asimismo, presenta una larga trayectoria de iniciativas de cooperación regional en estos temas. En el campo de la investigación agrícola, destacan iniciativas como las del Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE), el Instituto Caribeño para la Investigación y el Desarrollo (CARDI), los programas cooperativos de investigación agrícola (PROCI), el Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura (PROMECAFE) y el Fondo Regional de

Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), creados con el propósito de promover el trabajo conjunto para enfrentar las limitaciones derivadas de la dispar capacidad de inversión que se observa entre países (Trigo et al. 2019, Trigo 2018)). En el campo de las nuevas tecnologías han surgido iniciativas que apuntan a fortalecer capacidades, entre ellas la Red de Laboratorios de Biotecnología para ALC (REDBIO) y el Centro Argentino Brasileño de Biotecnología (CAABIO), diseñadas como plataformas de capacitación y para la discusión y el intercambio académico de temas científicos y de políticas vinculadas al desarrollo de la biotecnología. Como resultado de dicha cooperación, ya han comenzado a surgir experiencias relacionadas con el desarrollo de estrategias de producción agrícola sostenible, aprovechamiento de la biotecnología, producción de bioenergías, negocios basados en la biodiversidad y avances en el desarrollo de los mercados para los servicios ecosistémicos, que tratan de los procesos a través de los cuales el medioambiente produce recursos (aire, agua, alimentos y materiales) indispensables para los humanos. Ver el caso de Natura más adelante (recuadro 6).

La bioeconomía, una necesidad

Es necesario renovar las estrategias de inserción de las economías y los territorios rurales en la economía global, y definir nuevos senderos productivos, a partir de lo biológico, que generen empleos e ingresos.

La bioeconomía llena la necesidad de contar con enfoques alternativos para encarar los grandes desafíos que enfrenta la mayoría de los países de la región, sobre todo en las zonas rurales, en términos de seguridad alimentaria, pobreza y



La bioeconomía es tanto una oportunidad como una necesidad para ALC.

desempleo, entre otros. En efecto, la bioeconomía ofrece un doble atractivo. Por una parte, están los beneficios macroeconómicos que se pueden derivar de un posible balance global de alimentos, fibra y energía, y de un posible mejoramiento de la sostenibilidad ambiental. Y por otra, y dentro de los límites de la región, están las oportunidades que ofrece para lograr un crecimiento equitativo (ver el recuadro 1), aprovechando la producción agrícola tradicional y otras formas de biomasa (por ejemplo, las biofábricas).

Recuadro 1

La inclusión social mediante mejores oportunidades para el desarrollo rural

Las áreas rurales sufren hoy el efecto de la migración de los jóvenes y el envejecimiento de su población. Sin embargo, gracias a las posibilidades de producción que impulsan las nuevas tecnologías y al hecho de que la agregación de valor muchas veces deba resolverse localmente, la bioeconomía ofrece nuevas oportunidades para el desarrollo económico de los territorios rurales. Las biorrefinerías, por ejemplo, ofrecen la posibilidad de mejorar y expandir muchas cadenas de valor tradicionales y ya se insinúan como el punto de partida para implantar otras nuevas. Al mismo tiempo, un suministro más confiable y descentralizado de energía se plantea como un potente atractivo para la localización de nuevas actividades económicas que favorezcan la generación de ingresos en las áreas rurales.

Muchas de estas iniciativas trabajan con materias primas que requieren de una inversión, por unidad de producto generado, menor que las grandes fábricas y, por tanto, para un nivel dado de inversión total, ofrecen mayores oportunidades en términos de actividad y de empleo. Esto, conjuntamente con la conectividad y las nuevas tecnologías de la información y comunicaciones, impulsa una estructura de enlace más diversificada entre la agricultura y el resto de la economía y abre, con ello, la posibilidad de crear nuevos empleos y capacidades, y de derribar las bases de la falta de atractivo de lo rural entre los jóvenes.

En particular, la bioeconomía reviste una importancia primordial como visión de futuro para las economías y territorios rurales, en la actualidad desafiados por la necesidad de revisar sus estrategias de inserción en la economía global y de definir nuevos senderos productivos que les generen empleos e ingresos. La bioeconomía brinda interesantes alternativas para un desarrollo territorial más equilibrado e inclusivo, indispensable para un combate efectivo de los problemas persistentes de pobreza rural.

Por otro lado, dado que en la mayoría de sus formas la biomasa es un recurso voluminoso y de muy bajo precio, resulta mucho más rentable cuando los procesos de agregación de valor se realizan a distancias cortas de su origen, sobre todo si se busca optimizar su utilización mediante el desarrollo de nuevas cadenas de valor asociadas al uso de esa biomasa “de desecho” en actividades productivas con externalidades territoriales positivas (por ejemplo, oferta de energía, generación de empleos, reducción de contaminantes). La aplicación de nuevos desarrollos científico-tecnológicos alrededor del modelo productivo de la biorrefinería permite la transformación en cascada de la biomasa para producir alimentos y piensos, fibras, energía, biomateriales y otros bioproductos alto valor agregado. Ello se traduce en una reorganización de los procesos de inversión, que conduce a la densificación económica de los territorios y que exige el desarrollo de una mejor infraestructura económica (camino, ferrocarriles, comunicaciones, etc.) y social de apoyo (educación, salud).

Un aspecto a destacar del uso de la biomasa de desecho es la posibilidad de generar energía localmente, lo que podría facilitar, en los territorios rurales, el acceso a energía a precios competitivos (ODS 7: Energía asequible y no contaminante), la introducción de equipos más eficientes, y el acceso a internet y a otros servicios que mejoran la calidad de vida. Asimismo, el procesamiento de los residuos y desperdicios locales puede tener impactos ambientales positivos, al reducirse el riesgo de contaminación de aguas y suelos en sus áreas de influencia, además de crear sinergias en relación con el cambio climático.

Finalmente, la transición hacia una visión del desarrollo basada en la bioeconomía ofrece la posibilidad de abandonar la visión dicotómica entre agricultura y desarrollo industrial que ha dominado los debates sobre estrategias de desarrollo en ALC a lo largo de décadas. La bioeconomía constituye una estrategia de producción y organización económica que cruza toda la economía e incluye una gran variedad de sectores y partes de sectores, nuevos, modernos y tradicionales (agricultura familiar, agrosistemas de pueblos originarios, etc.), de diversas escalas de producción, que comparten el concepto del uso de los procesos y recursos biológicos como un componente central de sus actividades de producción y servicios. Se propone así una transformación de las relaciones intersectoriales, pero más importante aún, se ofrece una oportunidad significativa de revigorizar las áreas rurales.

La bioeconomía en ALC

La bioeconomía es un proceso en marcha en la región. Ya existen marcos legales, institucionales y de políticas y experiencias empresariales pioneras en temas vinculados a la bioenergía, a la biotecnología y al uso sostenible de la biodiversidad. También se han

identificado rutas para el desarrollo de la bioeconomía con visión regional (Hodson 2015, Hodson de Jaramillo et al. 2019) y en varios países hay procesos en curso orientados al planteamiento de estrategias nacionales y subnacionales en la materia.

Avances en los ámbitos tecnológico y productivo

ALC presenta avances importantes en temas de bioenergía, biotecnología agrícola, agricultura baja en carbono, aprovechamiento de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, así como en el desarrollo de una bioeconomía circular.

Bioenergía

Las bioenergías, y sobre todo los biocombustibles líquidos (principalmente bioetanol y biodiésel) y el biogás, forman parte importante de las estrategias de descarbonización que hoy se discuten en el marco de los Acuerdos de París de 2015. Este es un tema en que los países de ALC tienen grandes ventajas, no solo por las materias primas que se necesitan para su producción, sino también por el desarrollo de los mercados, tanto nacionales como internacionales.

Desde el punto de vista de la bioeconomía, los biocombustibles constituyen una plataforma estratégica, pues además de contribuir a crear una matriz energética más limpia, tanto en lo que se refiere al parque vehicular como a la producción de energía eléctrica, las biorrefinerías involucradas en su producción podrían tener un efecto multiplicador en otros sectores de la economía, como el de la química verde (químicos de plataforma y especialidades, plásticos, cosméticos, etc.), los fertilizantes y otros insumos industriales, y los productos de consumo. La producción conjunta y la

circularidad del modelo de las biorrefinerías es un aspecto que permite reducir los costos de producción de los biocombustibles y hacerlos más competitivos frente a los derivados de los recursos fósiles, así como consolidar y potenciar sus virtuales beneficios ambientales (Clark et al. 2012).

Bioetanol. En todos los países, el desarrollo de la producción de etanol ha estado estrechamente asociado a las políticas públicas, a través de distintos programas de promoción y regulación.

Brasil y Argentina, y en menor medida Colombia, Perú y México, son los países que exhiben los mayores avances tanto en lo productivo como en cuanto a penetración de mercados, y en el desarrollo a lo largo de cada eslabón desde y hacia la producción primaria de las cadenas productivas involucradas (ver los recuadros 2 y 3). En el resto de los países de la región, el desarrollo ha sido más reciente y de menor magnitud, aunque Colombia y Perú han alcanzado en los últimos años niveles de producción razonablemente importantes, básicamente a partir del procesamiento de caña de azúcar.

Los biocombustibles constituyen una plataforma estratégica para la bioeconomía no solo porque contribuyen a crear una matriz energética más limpia, sino por el posible efecto multiplicador de las biorrefinerías en otros sectores de la economía.

A la fecha, 14 países de América han establecido algún tipo de mandato para la mezcla del etanol con combustibles fósiles, que va del 5 % al 27 % (REN21 2019).

En Colombia hay instaladas siete plantas que producen azúcar y etanol conjuntamente y tienen cogeneración de energía eléctrica. Los volúmenes de producción se acercan al medio millón de litros anuales y se estima que la industria —mayormente concentrada en el Valle del Cauca— genera unos 188 000 empleos directos e indirectos (ASOCAÑA 2017).

En Perú se encuentran en operación tres plantas industriales, cuya producción ha llegado a superar los 150 millones de

litros anuales, dirigidos sobre todo al mercado interno, aunque con pequeños pero crecientes volúmenes exportados a países limítrofes e incluso a algunos de la Unión Europea (UE) (Nolte y Luxbacher 2016). Entre los países centroamericanos, Guatemala lidera el sector con una capacidad de producción de alrededor de 250 millones de litros anuales, que mayormente se exportan a Europa y a los Estados Unidos (Horta Nogueira 2006). En México, la producción es aún exigua, si se compara con el potencial productivo de su sector cañero.

Recuadro 2

Experiencia de Argentina en la producción y comercio de bioetanol

El desarrollo del etanol en Argentina tiene su base en la producción azucarera, localizada principalmente en las provincias del noroeste del país, donde se dan las mejores condiciones agroecológicas para el cultivo de esta planta. De 2006 en adelante, impulsado por la Ley de Promoción y Desarrollo de los Biocombustibles (Ley n. 26.093) —que establece para el año 2010 el mezclado inicial con combustibles fósiles de un 5 % de bioetanol— se inicia un importante proceso de diversificación de la producción (tanto en términos de cultivos como de zonas de producción) y un fuerte crecimiento de la producción de etanol de maíz. En 2017, la industria se componía de 14 plantas industriales de etanol —9 que procesan caña de azúcar y 5 que utilizan maíz como materia prima— con una capacidad instalada de producción total de unos 1500 millones de litros, de los cuales se producen alrededor de 1100 millones de litros, distribuidos por mitades entre los dos orígenes (Agromaker 2017).

Recuadro 3

Experiencia de Brasil en la producción y comercio externo de bioetanol

En términos de mercados, Brasil, con cerca de 31 000 millones de litros en 2018, es el segundo productor mundial, detrás de los Estados Unidos, y el primer exportador de etanol de caña de azúcar. El proceso en este país se remonta a 1975, cuando, en respuesta a la primera crisis del petróleo, se pone en marcha el Programa Proálcool, con el objetivo de disminuir la dependencia del país del petróleo importado. En la actualidad, se estima que la caña de azúcar y sus derivados son la fuente más importante de energía primaria en la matriz energética nacional y el consumo de etanol sustituye la mitad de la gasolina a precio competitivo; se espera que este porcentaje continúe creciendo hasta, por los menos, mediados de la próxima década (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento 2009).

La plataforma productiva de la industria brasileña de etanol de caña está constituida por una gran diversidad de biodestilerías que procesan azúcar y etanol por separado o de manera conjunta, y un número importante de ellas aprovechan también el bagazo resultante para producir electricidad para su propio consumo —lo que las hace autosostenibles energéticamente— o bien para subirla a la red nacional. Este desarrollo industrial ha tenido “derrames” tanto en la producción de caña, en forma de nuevas variedades con mayor productividad “etalonera”, como en la producción de insumos y bienes de capital para la producción de etanol, donde el país se ha transformado en uno de los referentes estratégicos del mercado (Cortez et al. 2012). Mas allá de estos beneficios se estima que el complejo caña- etanol genera aproximadamente 400 000 empleos al año (REN21 2019).

Biodiésel. La producción regional es liderada por Brasil y Argentina, países que cuentan con unas 80 refinerías entre ambos. En Argentina, la mayor parte de las refinerías están instaladas alrededor del puerto de Rosario, mientras que en Brasil las zonas productivas se encuentran más ampliamente distribuidas. En los recuadros 4 y 5 se presenta la experiencia de Brasil y Argentina en la producción de biodiésel.

En el resto de los países se observan producciones de palma aceitera que pueden alcanzar extensiones considerables (Guatemala, Perú, República Dominicana); sin embargo, la transformación en biodiésel no es significativa, aunque la mayoría de los países tienen políticas de corte obligatorio

con el diésel tradicional: esta obligatoriedad normalmente se cumple a través de importaciones (Gestión 2018). Colombia se convirtió recientemente en el único país latinoamericano que usa diésel de palma para hacer frente a la mezcla obligatoria de biocombustibles (10 %) y es el líder en Latinoamérica en la producción de biodiésel de ese origen. La industria de aceite y biodiésel de palma ha crecido notablemente en la última década, con una fuerte expansión del cultivo que, en 2017, abarcaba más de 400 000 ha, las cuales aportaban materia prima para 11 plantas procesadoras. Ese mismo año, esas plantas produjeron 513 000 toneladas de biodiésel, destinado a cubrir la demanda interna y la exportación. La mayor parte de las plantas están en la zona norte del país (Fedebiocombustibles 2019).

Recuadro 4 Producción de biodiésel en Brasil

Brasil produce actualmente 5.35 millones de toneladas métricas de biodiésel al año, lo que lo coloca entre los tres mayores productores del mundo. El país se está preparando para una expansión significativa de la demanda como resultado de la nueva legislación que establece que antes del año 2023 la mezcla B15 se convertirá en obligatoria (hoy la mezcla es del 10 %) y la aprobación de B100 voluntario para flotas especiales, como autobuses urbanos.

Para hacerles frente a estas exigencias, se estima que se demandarán unas 600 000 toneladas adicionales de aceite de soja, lo que requerirá el procesamiento de 3.3 millones de toneladas de soja extras. En 2015, el 76.5 % del biodiésel producido en Brasil se elaboró con soja, el 19.4 % con grasa animal, el 2 % con algodón y el 2.4 % con otros tipos de materias primas, tales como aceite de cocina usado y palma aceitera, entre otros (De Oliveira 2016).

Recuadro 5 Producción de biodiésel en Argentina

En Argentina operan en la actualidad 37 biorrefinerías que procesan soja, con una capacidad de 4.4 millones de toneladas al año, que en 2016 produjeron 2.6 millones de toneladas, de las cuales 1.6 millones fueron destinadas a la exportación, lo cual ubicó al país como el principal exportador en el mercado global (Calzada y Molina 2017). Estos valores se han visto afectados en los últimos años como consecuencia de la aparición de conflictos comerciales derivados de la potencial competencia entre los biocombustibles y los alimentos, y de las políticas fiscales que se aplican en Argentina. Sin embargo, esta situación ha tenido algunos efectos positivos al interior de la industria, ya que, como consecuencia de la caída en la demanda, se ha expandido la búsqueda de alternativas para la industria.

En la actualidad, ya está en marcha en las provincias productoras un activo proceso de sustitución de combustibles fósiles por biodiésel en las flotas de vehículos de transporte público, lo que redundará en una mayor estabilidad de la demanda, así como en significativos beneficios ambientales. También existe una tendencia al uso local como combustible en la recolección de desechos (Clarín 2019) y para la maquinaria agrícola que se utiliza en las distintas etapas de la producción primaria (Fernández y Aguer 2017). Todo esto contribuye a crear círculos virtuosos ambientales a nivel local.

En Argentina, tanto en soja como en maíz y algodón, los cultivos genéticamente modificados — usualmente conocidos como organismos genéticamente modificados (OGM)— representan casi el 100 % del área sembrada con estos cultivos (Trigo2016). Lo mismo se observa en Brasil, donde, en todos los casos, los porcentajes de adopción se ubican por encima del 85 % del área sembrada con cada cultivo (soja 92.3 %, algodón 94 %, y maíz 86 %). (CIB y Agroconsult 2018).



La biotecnología — por su diversidad en cuanto a áreas de aplicación— es una de las tecnologías esenciales para el desarrollo de la bioeconomía.

Biotecnología agrícola

La biotecnología —por su diversidad en cuanto a áreas de aplicación— es una de las tecnologías esenciales para el desarrollo de la bioeconomía. Es de carácter estratégico no solo para el mejoramiento de la propia producción de biomasa, en todas sus formas, sino también porque representa una ruta tecnológica crucial para el desarrollo de procesos nuevos y más eficientes que contribuyan aún más a su valorización. La agricultura de la región ha sido uno de los “adoptantes tempranos” de este tipo de tecnologías, con la introducción en la agricultura argentina, en 1996, de la soja tolerante a herbicidas (Trigo y Cap 2006) Desde entonces este tipo de cultivos se ha expandido a un número significativo de países (Paraguay, Brasil, Uruguay, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Honduras y México), donde se cultivan más de 80 millones de ha con distintas variedades de soja, maíz y algodón mejorados para incrementar su desempeño productivo frente a distintas limitaciones bióticas y abióticas. Todo ello es parte de procesos que se identifican claramente con el fortalecimiento de la región, que la posicionan en los mercados internacionales de estos productos y que representan un flujo significativo de beneficios económicos y ambientales para los países y sectores involucrados (ISAAA 2018b).

Estos procesos cobran aún más relevancia por las dinámicas de adopción que este tipo de tecnologías han tenido en los distintos países, sobre todo en Argentina y Brasil.

Estos procesos han tenido impactos económicos y ambientales significativos. En lo económico, se estima que en los

20 años transcurridos desde su primera incorporación en Argentina, en 1996, y hasta la campaña agrícola de 2015/2016, los beneficios directos acumulados en términos de incrementos en los ingresos de los agricultores han sido cercanos a los USD 50 billones, la mayor parte (USD 37.5 billones) concentrados en Argentina (más de USD 21 billones) y Brasil (más de USD 16 billones). Estos países son los primeros adoptantes o los que dedican mayores extensiones de terreno a este tipo de cultivos (Brookes y Barfoot 2017)). Los beneficios ambientales mencionados se asocian sobre todo a un menor uso de agroquímicos y a la interacción entre este tipo de tecnologías y la expansión de prácticas de laboreo reducido, temas que se tratan más abajo en la sección sobre agricultura baja en carbono. La magnitud de estos procesos, y sus efectos en el resto de la economía, han sido valiosos tanto a nivel nacional como internacional, por el impacto que estas transformaciones han tenido en la oferta de alimentos y, por tanto, en el bienestar del consumidor global (Trigo 2016).

Cabe resaltar que la posibilidad de que la región pudiese ser adoptante temprana de la biotecnología está estrechamente asociada al hecho de que, cuando estas prácticas comenzaron a estar disponibles a nivel internacional, ya la región tenía las bases institucionales para incorporarlas a los sistemas productivos, tanto en lo relacionado con la base científico-tecnológica y los sistemas regulatorios de bioseguridad —componentes esenciales para el acceso y disponibilidad de las nuevas tecnologías— como en lo concerniente a los sistemas nacionales de mejoramiento vegetal y de semillas, indispensables para que las innovaciones genéticas lleguen a los sistemas productivos (para un análisis más detallado véase (Trigo et al. 2013).

En la actualidad, este conjunto de experiencias, capacidades, entornos regulatorios y de mercados ha evolucionado y ya existe una variedad de cultivos con nuevos desarrollos biotecnológicos listos para la producción y la comercialización, o bien “cercaos al mercado”, surgidos de iniciativas públicas y privadas de la propia región. Tal es el caso de una amplia variedad de cultivos modificados para hacer frente a distintos tipos de limitaciones, como frijol con tolerancia al virus del mosaico dorado, papa con resistencia al virus PVY, alfalfas con tolerancia a herbicidas y menor contenido de lignina, soja y trigo con tolerancia a la sequía, caña de azúcar con resistencia a herbicidas y mayor rendimiento energético, e incluso cártamo modificado para la producción de quimosina, dentro de un esquema de biorrefinería (ver el recuadro 8).

En esta evolución, es importante mencionar que estos desarrollos —que sin duda serán estratégicos para lograr un nuevo equilibrio entre el aumento de la productividad y el de la sostenibilidad en las producciones tradicionales de la región— están siendo acompañados por un proceso muy dinámico de creación de nuevas empresas que apuntan a valorizar en los mercados los nuevos conocimientos y avances tecnológicos de que se dispone hoy día para una gran variedad de temas y productos. Esto se verifica, en mayor o menor medida, prácticamente a lo largo de todo el continente, desde México hasta los países del Cono Sur, inicialmente con un fuerte énfasis en temas como la micropropagación vegetal en flores y diversos cultivos tropicales.

Los temas mencionados han ido evolucionando, desde hace ya bastante tiempo, hacia aplicaciones más complejas: para producir fármacos a partir de los recursos de la biodiversidad; para aprovechar los residuos de la agroindustria para producir bioinsumos y energía, polímeros y plásticos biodegradables a partir de distintos sustratos de bajo valor, y para el saneamiento ambiental a través de la optimización funcional de microorganismos. Más recientemente, se está usando la inteligencia artificial biotecnológica para crear proteínas y enzimas para cubrir necesidades industriales específicas y para “reimaginar la comida” y crear alimentos similares a los convencionales, pero adaptados a segmentos especiales de consumidores (por ejemplo, veganos y celíacos). También habría que mencionar los servicios de diagnóstico y fertilización humana asistida y el desarrollo de biofábricas para el aprovechamiento de animales o plantas para la producción de fármacos, insumos industriales o alimentos con determinadas características (transformación de bovinos para la producción de la hormona del crecimiento humano) o plantas para la producción de quimosina para la industria quesera (Hodson de Jaramillo et al. 2019).

Esto anticipa que la plataforma científico-tecnológica-productiva vinculada a la biotecnología está entrando en una nueva etapa de su ciclo de desarrollo, particularmente si se toma en consideración la multitud de oportunidades de lo que se ha dado en llamar la “biotecnología de precisión” y su posible impacto en los sistemas productivos y en las formas de aprovechamiento de la biomasa y los recursos de la biodiversidad. En la región, Argentina ha tomado el liderazgo al adoptar una filosofía de regulación basada en el concepto de que los productos de la biotecnología de precisión no requieren regulación diferente a la de los convencionales en la medida en que no contengan material genético foráneo. El resto de los países de la región acompañó esa posición en una reciente presentación (IICA 2018) ante la OMC.

Agricultura baja en carbono.

A nivel de la región, la agricultura es uno de los sectores que más contribuye a la emisión de GEI; por lo tanto, cualquier estrategia de descarbonización que se quiera implementar debería incluir la utilización del potencial que tienen la producción y el aprovechamiento integral de la biomasa en esquemas de bioeconomía circular. En este sentido, se ha avanzado en el desarrollo y adopción de enfoques alternativos para una agricultura baja en carbono y con resultados significativos, pero dispares entre sectores y países. La agricultura baja en carbono se refiere a lo que comúnmente se conoce como la “agricultura conservacionista”, un concepto que incluye una gran diversidad de estrategias productivas (siembra directa, laboreo reducido, cultivos de cobertura, rotación de cultivos) que tienen como objetivo general reequilibrar los objetivos de la productividad y la sostenibilidad, apuntando a lograr aumentos sostenibles de productividad y a la vez mejorar la calidad de los recursos productivos. Este tipo de prácticas tiene un arraigo bastante importante en la mayoría de los países de la región y ha sido sujeto de importantes esfuerzos de I+D por parte de los sectores público y privado, así como políticas públicas y programas de cooperación internacional. Desafortunadamente, la información disponible sobre la magnitud de la adopción de estas prácticas es escasa y parcial, por lo que no se pueden hacer mayores comentarios. Pero en algunas de ellas, tal el caso de la siembra directa en los países del Cono Sur, un porcentaje muy alto del área sembrada con los principales cultivos extensivos recurre a estas prácticas. Hacia principios de la década actual, se estimaba que en estos países existían unos 66 millones de ha bajo este tipo de prácticas, 31.8 y 29.2 en Brasil y Argentina, respectivamente, y el resto distribuidas entre Paraguay, Uruguay, Bolivia, Venezuela, Chile, Colombia y México (Kassam et al. 2015).



La agricultura es uno de los sectores que más contribuye a la emisión de GEI en la región; por lo tanto, cualquier estrategia de descarbonización que se quiera implementar debería incluir la utilización del potencial que tienen la producción y el aprovechamiento integral de biomasa en esquemas de bioeconomía circular.

Un caso muy relevante en la región, por sus alcances, es el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático para la Consolidación de una Economía de Bajo Carbono en la Agricultura (Plan ABC), adoptado en 2011 en Brasil. También destacan las iniciativas desarrolladas en Costa Rica orientadas a mejorar el desempeño de ciertos sectores en cuanto a emisiones y fijación de carbono. Se trata de las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA) en el sector cafetalero (la primera en el mundo en un sector agrícola) y el sector ganadero, ambas en proceso de implementación. La NAMA para el sector del café contempla la reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados, el impulso a la utilización eficiente de agua y energía en el beneficiado, el fomento de sistemas agroforestales y el manejo de residuos. La NAMA para la ganadería busca promover la implementación de tecnologías y medidas para la adaptación y mitigación al cambio climático, buscando a la vez que los productores incrementen su productividad y sus ingresos.

En el caso de la producción ganadera, las experiencias en la región se refieren a un complejo de tecnologías y políticas dirigidas a mejorar el desempeño económico y ambiental de esas producciones. Los siguientes son algunos de los programas y experiencias que ya se están implementando:

1. **Argentina:** Sistemas de certificación de carne vacuna ecológica.
2. **Bolivia:** Programa de Desarrollo Sostenible de la Ganadería Bovina.
3. **Brasil:** Sello Carne Carbono Neutro, Programa de Eficiencia

Energética de los Recursos de la Cadena de Suministro de Carne de Vacuno.

4. **Chile:** Conservación y Uso Sustentable de la Estepa Patagónica para la Ganadería Sostenible.
5. **Colombia:** Programa de Ganadería Sostenible.
6. **Paraguay:** Acuerdo para la creación de una política ganadera sostenible y en la transferencia de tecnología en la Región, Programa de intensificación ganadera de las cooperativas menonitas.
7. **Uruguay:** Producción ganadera climáticamente inteligente y restauración de tierras en las pasturas uruguayas, y sistemas sostenibles de ganadería uruguaya basados en las directrices de la Alianza sobre Evaluación y Desempeño Ambiental de la Ganadería (LEAP, por sus siglas en inglés) de la FAO (FAO y AGROSAVIA 2018)

Todas esas iniciativas se sustentan en marcos institucionales y de políticas que buscan transmitir a los sectores productivos señales para que ajusten sus comportamientos a las prioridades emergentes de descarbonización, las cuales aún no se reflejan en los sistemas de precios de los mercados actuales. Desde el punto de vista del futuro de la bioeconomía, estos marcos institucionales y de promoción representan un importante capital, ya que no solo apuntan a hacer más competitivo un sector central de las economías de la región, sino que también sirven de experiencias piloto para otros sectores estratégicos.

Aprovechamiento productivo-comercial sostenible de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos

Aprovechamiento productivo-comercial sostenible de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Hodson 2015, Rodríguez et al. 2019) destacan los asociados al uso sostenible de la biodiversidad. Esto abarca situaciones como la recuperación de semillas tradicionales, el descubrimiento de rasgos funcionales relacionados a usos específicos, el desarrollo de nuevos

productos mediante transformaciones innovadoras y el desarrollo de mercados para productos locales. En la mayoría de esos casos, una característica distintiva es la valorización (por ejemplo, domesticación, transformación, enlaces a mercados) de la biodiversidad. En el caso de los servicios ecosistémicos, se incluyen procesos a través de los cuales el medioambiente produce recursos indispensables para los humanos, como aire, agua, alimentos y materiales. En el recuadro 6 se presenta el caso de Natura, que ilustra lo anterior.

Recuadro 6

Natura: un caso de éxito de uso sostenible y de valoración de la biodiversidad.

Natura es una empresa multinacional brasileña, fundada en 1969, dedicada a la elaboración y comercialización de cosméticos a base de productos naturales, con énfasis en la biodiversidad de Brasil. Sus líneas de negocio incluyen jabones para el cuerpo, productos de maquillaje y para la protección solar, cremas, perfumes y productos para cuidado infantil. Alrededor del 88 % de los productos de Natura son fabricados con ingredientes vegetales y el 12 % de ellos son hechos con productos nativos, extraídos de la Amazonía brasileña.

Natura se ha caracterizado por su capacidad para innovar. Tiene protección de marca y de derechos de autor, le han sido otorgadas 11 patentes de modelo y diseño y ha recibido las certificaciones B corp, ISO 27.002:2013 (Seguridad de la Información) y Programa Carbono Neutro. Desde 2014, Natura forma parte del Índice de Sostenibilidad Dow Jones (DJSI), de la Bolsa de Valores de Nueva York, referencia para inversores que consideran cuestiones socioambientales en sus tomas de decisiones.

La empresa trabaja bajo un modelo de innovación abierta y desarrolla nuevos productos digitales para el negocio. Con el lanzamiento de la línea Ekos en 2000, Natura fue la empresa brasileña en comprometerse a compartir los beneficios que genera la innovación en el acceso a los recursos genéticos y al conocimiento tradicional de las comunidades. El 3 % de los ingresos de la compañía se invierten anualmente en innovación. Ha suscrito acuerdos de suministro de activos naturales con fincas, empresas y comunidades en Brasil y ALC. Aproximadamente un tercio de ellos son con comunidades tradicionales y proveedores locales de recursos genéticos con conocimientos tradicionales sobre especies nativas.

La utilización de insumos de la sociobiodiversidad sigue la Política Natura de Uso Sostenible de Productos y Servicios de la Sociobiodiversidad, que asegura el reparto justo de beneficios entre las comunidades proveedoras y el manejo sostenible de los activos. Por medio del Programa Amazonia, Natura también busca impulsar la generación de negocios sostenibles. En conjunto con otras organizaciones trabaja, además, para la aprobación de una nueva legislación sobre acceso a la biodiversidad.

Debido a la naturaleza especial de la relación entre los recursos naturales y las actividades sociales y económicas que reconoce el enfoque bioeconómico, la inclusión de los ecosistemas debe ser un componente crucial de cualquier estrategia que pretenda impulsar una bioeconomía sostenible.

Bioeconomía circular, valorización de desechos y residuos

Para enfatizar el elemento de circularidad en la bioeconomía se ha acuñado el término bioeconomía circular, que destaca la convergencia entre ambos conceptos en lo relativo al aprovechamiento pleno de la biomasa, bajo el concepto de biorrefinería. El concepto de bioeconomía circular, por lo tanto, está íntimamente relacionado con el desarrollo de nuevas actividades productivas a partir del aprovechamiento de la biomasa residual (por ejemplo, de procesos agrícolas y forestales) y de desechos (por ejemplo, desechos domésticos). En los recuadros 7 y 8 se presentan las experiencias de dos empresas: una de México y la otra de Argentina.

Recuadro 7

BIOFASE (México): producción de biopolímeros a partir de semillas de aguacate

Los antecedentes de BIOFASE se remontan a la época en que su fundador, Scott Munguía, era estudiante de Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (México). En 2011, tras años de investigación en bioplásticos, logró aislar un biopolímero a partir de semillas de aguacate, un avance tecnológico con el que acabó fundando su propia empresa. Esta busca elaborar productos sostenibles a partir de recursos abundantes y que no tengan otros usos. En este caso, la semilla de aguacate, un producto cuyo principal productor mundial es México, con más de un millón de toneladas al año, y del que se desechan alrededor de 25 000 toneladas de semilla al mes, solo en México. En 2014, BIOFASE fue calificada por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) como Innovación del año en México y, por el Banco Nacional de México Citibanamex (Banamex), como la mejor empresa verde de México.

En 2015, BIOFASE inauguró su primera planta, en la que se elaboraba únicamente bioplástico. Y con el objetivo de diversificar la producción, en 2016 se abrió una segunda planta, que produce cubiertos y pitillos. Actualmente manufactura entre 300 y 400 toneladas al año de dichos productos, que son exportados a Estados Unidos, España, Reino Unido, Canadá y algunos países de Centroamérica (El Espectador 2019).

Los productos de BIOFASE se componen en 60 % de biopolímeros de semilla de aguacate y en 40 % de compuestos orgánicos sintéticos, que ayudan a darles propiedades mecánicas y físicas. La empresa desarrolla productos biodegradables y compostables. El producto biodegradable se reincorpora a la naturaleza una vez que su vida útil ha terminado. El producto compostable se puede desechar en un compostero o relleno sanitario para que se degrade en un 100 %. Un beneficio importante de los productos es su baja huella de carbono, mucho menor a la de otros plásticos y bioplásticos, debido al fenómeno de bonificación de carbono biogénico (el árbol de aguacate, al crecer, absorbe CO₂ de la atmósfera para formar sus tejidos (BIOFASE 2019).

Recuadro 8

Porta Hermanos: bioeconomía circular en la agricultura

Porta Hermanos es una empresa familiar fundada en 1882, en Córdoba, Argentina, por inmigrantes italianos. Orientada originalmente a la producción de licores, con los años ha ampliado la gama de productos y diversificado sus áreas de operación.

Tiene dos innovaciones tecnológicas. La primera es el desarrollo de las plantas MiniDest, pequeñas destilerías modulares, automáticas y de operación remota, diseñadas para agregar valor a la producción primaria. Estas plantas se instalan en establecimientos agropecuarios con la finalidad de producir etanol de maíz y alimento animal, con lo cual se agrega valor en origen. Se integra la producción agrícola con la alimentación animal. Por cada unidad de energía que se consume desde la siembra del maíz hasta la producción de etanol se generan 2.6 unidades energéticas. La planta tiene una capacidad de procesamiento de 40 t de maíz/día (14 000 t/año), puede alimentar un lote de ganado de 4000-6000 cabezas de bovinos, lo que implica un requerimiento de 1 600 ha de producción de maíz. Se producen 15 000 l/día de etanol y 40 000 kg de burlanda.

La segunda innovación es el diseño y construcción de una biofábrica de cártamo para la producción y comercialización global de quimosina producida de cártamo (SPC, por sus siglas en inglés), con capacidad de desarrollar insumos y productos industriales a partir de plantas transformadas por medio de la biotecnología (cártamo genéticamente modificado). La planta industrial tiene una capacidad anual de molienda de 6 000 t de cártamo, que representan alrededor de 2 millones de litros de quimosina (20 % del mercado global).

Fuente: A partir de Jose Porta 2018 en (CEPAL 2019d)

Emprendimientos de base biológica del ámbito del conocimiento

Como se explica más adelante, las empresas tipo startup y pyme son a menudo pioneras e impulsoras de la innovación en la bioeconomía. Y no pocas veces las mayores innovaciones, sobre todo en temas “de frontera” de conocimientos y tecnologías, son desarrolladas por emprendedores jóvenes. A continuación, se presentan dos ejemplos, ambos relacionados con el aprovechamiento de desechos (recuadro 9).

Recuadro 9

Valor agregado a los residuos de la acuicultura, Kura Biotec, Chile

Kura Biotec es una empresa biotecnológica ubicada en Puerto Varas en el sur de Chile, especializada en catálisis enzimática, que aprovecha el potencial de las fuentes naturales de enzimas presentes en Chile. La empresa fue fundada por Manuel Rozas y empezó analizando y extrayendo glucuronidasas del abulón rojo (*Haliotis rufescens*) para la hidrólisis de fármacos clínicos y forenses. La motivación inicial para el desarrollo de la empresa fue el hecho de que en el sur de Chile existe la mayor concentración de producción de salmón en el mundo, además del cultivo de otros mariscos (abulón rojo, por ejemplo). La empresa está ubicada en esa zona y se dedica a la valorización de los desechos de dicha industria. Dado lo sofisticado de sus productos, la empresa está enfocada en el mercado internacional. Exporta a 14 países, sus productos se utilizan en más de 6 millones de análisis cada año y trabaja con los dos mejores laboratorios de toxicología del mundo. A principios de 2018, trabajaban en la empresa 15 personas, la mayoría jóvenes científicos chilenos especializados en catálisis enzimática.

Como parte de su compromiso con la comunidad, cada año la empresa dona el 1 % de sus ventas totales o el 10 % de sus ganancias, lo que sea mayor, a iniciativas que apoyan la preservación del medioambiente con actividades como reciclaje, reforestación u otros programas ecológicos, y también para apoyar causas sociales, como el desarrollo comunitario, programas de recuperación de drogas, educación, deportes y promoción cultural, entre otros.

Fuente: A partir de Manuel Rosas en (CEPAL 2018)

El desarrollo de estrategias y marcos de políticas

Aunque en la región se observan avances claramente asociados al concepto de bioeconomía, lo cierto es que al día de hoy ningún país de ALC tiene una estrategia de promoción y desarrollo de la bioeconomía. A continuación, se presenta un resumen de iniciativas en curso en Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador y Uruguay.

Argentina

Los marcos institucionales y de políticas de la bioeconomía tienen dos antecedentes: a) el temprano desarrollo de la biotecnología y, particularmente, la temprana incorporación y desarrollo local de OGM en la producción de granos y oleaginosas, la utilización masiva de sistemas de producción agrícola bajos en carbono y el dinamismo en la producción de aceites vegetales,

biocombustibles y productos industriales derivados de las biorrefinerías (estos son sus principales sectores impulsores); y b) la temprana incorporación del país a la discusión global sobre el potencial de la bioeconomía como visión para el desarrollo sostenible, que se dio en el marco de los proyectos de cooperación ALCUE (Trigo et al. 2019).

En la biotecnología, los principales hitos político-institucionales han sido la creación, en 1991, de la Comisión Nacional de Bioseguridad (CONABIA), lo que permitió un temprano aprovechamiento del potencial de estas tecnologías para el desarrollo productivo; y el alto perfil que le asignaron en los planes nacionales de ciencia y tecnología, particularmente de 2005 en adelante. En este sentido, el plan “Argentina Innovadora 2020” define las prioridades para el período 2012-2020 a partir de la intersección entre sectores de importancia socioeconómica (agroindustria, ambiente y desarrollo sostenible, energía, industria, salud y desarrollo social) y las tecnologías de propósito general (biotecnología, nanotecnología y TIC).

El desarrollo de los biocombustibles está vinculado al establecimiento de incentivos a la agregación de valor, primero a través del establecimiento, a inicios de la década de 1990, de diferenciales arancelarios para favorecer este tipo de actividades y, luego, con la sanción del Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles, enmarcado en las leyes 26.093 y 26.334 de 2006 (recuadros 2 y 5).

En lo estratégico-institucional, desde 2013 en adelante, desde el Gobierno Nacional —Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINTIC) y Ministerio de Agroindustria (MINAGRO)—, se ha llevado adelante un proceso para posicionar la bioeconomía como visión para el desarrollo sostenible y como base para una nueva estrategia de inserción del país en los mercados internacionales (Bioeconomía Argentina 2017). Este proceso condujo a que en 2016 se acordara establecer un mecanismo de coordinación de políticas, programas y proyectos a nivel del Gobierno Nacional, con el propósito de ordenar y potenciar acciones en pos del desarrollo de la bioeconomía nacional. El proceso inició a finales de ese año y en la actualidad se trabaja en la propuesta de una estrategia nacional de bioeconomía (Bioeconomía Argentina 2017). Asimismo, en ese marco, el MINAGRO decidió crear, dentro de su ámbito, el Programa Nacional de Bioeconomía, como mecanismo específico para coordinar sus actividades.

Estos esfuerzos desde el sector público han sido acompañados por el sector privado a través de declaraciones y acciones específicas, entre las que se debe mencionar la creación del Grupo Bioeconomía, liderado por la Bolsa de Cereales de Buenos Aires, una de las instituciones económicas más antiguas del país (Bioeconomía Argentina 2019), como un espacio específico de encuentro del sector privado, dedicado a la promoción de las inversiones en las áreas vinculadas a la bioeconomía (Grupo Bioeconomía 2019).

Brasil

El proceso ha estado dominado por lo ocurrido en el sector de la bioenergía y por el agresivo marco institucional puesto en marcha para acelerar el desarrollo y uso del etanol y el biodiésel como combustibles, los cuales fueron la base que apalancó la bioeconomía brasileña, ya que su impacto sobrepasó las fronteras del sector y llevó avances a otras áreas, como la agricultura, la ingeniería genética y las industrias de bienes de capital, entre otras (recuadros 3 y 4). Es así como el Programa Nacional del Alcohol (Pro-Alcohol) y el Programa Nacional de Producción y

Uso de Biodiésel (PNPB) se pueden considerar como elementos centrales del marco institucional de la bioeconomía brasileña.

En el sector agropecuario, un antecedente muy importante es el Plan ABC, iniciativa liderada por el Ministerio de Agricultura, que brinda préstamos a bajo interés a los agricultores que desean implementar prácticas agropecuarias sostenibles y tecnologías resilientes al clima. Ese Plan busca reducir al año 2020 las emisiones de GEI en 160 millones de toneladas de CO₂ equivalente al año (CCAFS 2019). Los objetivos del Plan ABC fueron incorporados y ampliados en la Contribución Nacionalmente Determinada de Brasil (2015) ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), de 2015, en la cual se propuso fortalecer el Plan ABC para lograr para 2030, la restauración de 15 millones de has. degradadas y llevar el área bajo el régimen de labranza cero a 33 millones de hectáreas (Zanetti et al. 2015).

Por su parte, la Política Nacional de Biocombustibles (RenovaBio), que busca la descarbonización del transporte y que entra en vigor en 2019, se diferencia de las medidas tradicionales en que no propone la creación de un impuesto sobre el carbono, subsidios, crédito presumido o disposiciones volumétricas de adición de biocombustibles a combustibles. El programa funcionará con base en: i) la definición de metas nacionales de reducción de emisiones para la matriz de combustibles, para un periodo de diez años, que se desglosarán en metas individuales para cada año para los distribuidores de combustibles, conforme a su participación en el mercado de combustibles fósiles; y ii) certificación de la producción de biocombustibles, asignando datos diferentes para cada productor, en valor inversamente proporcional a la intensidad de carbono del biocombustible producido. Asimismo, se crea un crédito de descarbonización por biocombustibles (CBIO), el cual será un activo financiero, negociado en bolsa, emitido por el productor del biocombustible, a partir de su comercialización. También se encuentran en ejecución diversas iniciativas que se desarrollan en forma poco coordinada, a veces superpuestas e independientes, pero en conjunto ya comienzan a determinar un marco institucional con identidad propia.

El eje principal de este marco es el Plan de Acción en Ciencia, Tecnología e Innovación (PACTI) en Biotecnología, lanzado en 2018 por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovaciones y Comunicaciones (MCTIC), con el fin de producir y aplicar conocimientos científicos y tecnológicos para la promoción de beneficios sociales, económicos y ambientales, y cubrir lagunas de conocimiento esenciales, fomentar la innovación y proporcionar

condiciones para la inserción estratégica de la bioeconomía brasileña dentro del escenario global. Sus líneas temáticas están definidas de acuerdo con la lógica productiva de las bioindustrias (biomasa, procesamiento y biorrefinerías, bioproductos). También se propone crear el Observatorio Brasileño de Bioeconomía y una Instancia Central Coordinadora de la Bioeconomía.

En mayo de 2019, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA) lanzó el Programa Bioeconomía Brasil-Sociodiversidad, cuyo objetivo es promover la estructuración de sistemas productivos basados en el uso sostenible de productos de la biodiversidad y la extracción selectiva de los productos del bosque. Finalmente, en junio de 2019, el Parlamento Brasileño lanzó el Frente Parlamentario de la Bioeconomía, integrado por 212 diputados y 12 senadores, con el objetivo de crear las condiciones para que se ejecuten en el país más actividades económicas que utilicen recursos biológicos renovables.

En consonancia con estos avances, desde el sector empresarial, se creó en 2014 la Asociación Brasileña de Bioinnovación (ABBI), con la misión de promover un ambiente económico, social e institucional favorable a la innovación y al desarrollo sostenible de la bioeconomía avanzada en Brasil.

Colombia

La introducción del concepto de bioeconomía en Colombia y sus correspondientes adaptaciones político-institucionales pueden remontarse a mediados de 2011, cuando el país participó en el proyecto ALCUE-KBBE, que sirvió como plataforma para introducir, validar y complementar el concepto entre todos los actores involucrados. Ello llevó al desarrollo del primer instrumento de política pública ligado de manera directa al tema, la Política para el Desarrollo Comercial de la Biotecnología a partir del Uso Sostenible de la Biodiversidad (documento CONPES 3697, 2011), que buscaba establecer condiciones económicas, técnicas, institucionales y legales para el desarrollo de empresas y productos comerciales basados en el uso sostenible de la biodiversidad, así como asignar capital semilla para pequeñas y medianas empresas de este sector. Aun cuando en la práctica no alcanzó su cometido, pues no se disponía de recursos financieros para hacerlo viable, el marco institucional en el que se desarrolló fue importante.

Con este antecedente, en abril de 2017, se realizó en Bogotá el Primer Foro Nacional de Bioeconomía: Innovación Territorial Sostenible, donde surgió la primera propuesta concreta para

considerar la bioeconomía como motor de desarrollo integral para Colombia (Henry et al. 2018). Además, se crearon sinergias con dos nuevos instrumentos de política pública en ese momento en proceso: la Política de Crecimiento Verde (documento CONPES 3934, julio de 2018) y la Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia (documento CONPES 3918, marzo de 2018).

La Política de Crecimiento Verde tiene dos objetivos básicos: a) priorizar los sectores estratégicos para la bioeconomía en Colombia; y b) proponer guías de política, estrategias y recomendaciones para posicionarlos. Como resultado de este proceso, se logró un Plan de Acción de Bioeconomía, que propuso líneas y estrategias enfocadas en gobernanza, capacidades de I+D, recursos financieros, mercados y aspectos regulatorios.

La creación de instrumentos de política y de escenarios gubernamentales formales que favorecen directa e indirectamente el desarrollo de esta área continúa y se fortalece en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad, que le presenta al país visiones y acciones compartidas en cuanto al rol de la bioeconomía en la sostenibilidad ambiental, la ciencia, la tecnología, la innovación y el desarrollo de la Amazonía colombiana. Estos instrumentos de política fueron fortalecidos en febrero de 2019 con la creación, por parte del Gobierno Nacional, de la “Misión de sabios”, integrada por 34 expertos nacionales e internacionales de primer nivel, cuyo objetivo es generar, para diciembre de 2019, una hoja de ruta y recomendaciones que permitan priorizar la ciencia y la tecnología con criterios de equidad, teniendo en cuenta tanto el Plan Nacional de Desarrollo como el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Uno de los ocho focos de esta misión es el de Biotecnología, bioeconomía y medioambiente, que deberá revisar conceptos previos errados, eliminar limitaciones conceptuales y presentar nuevos horizontes reales a mediano y largo plazos para Colombia en esta temática (Presidencia de la Republica de Colombia 2019).

Para la concreción de estos avances, ha sido fundamental el reconocimiento conjunto de la academia y los sectores público y privado —incluidos los gremios de la producción— acerca de la necesidad urgente de reconciliar el modelo productivo actual bajo criterios de sostenibilidad económica, ambiental y social, y del enorme potencial que ofrece la bioeconomía para lograr dicho propósito (Foro Nacional de Bioeconomía, Innovación Territorial Sostenible, 27 de abril de 2017), así como el aval político que se le brinda actualmente al tema, al incluirlo tanto

en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 como en uno de los ejes temáticos de la “Misión de sabios”.

Costa Rica

Conscientes de su potencial biológico y de las apreciables capacidades científicas y tecnológicas que posee en este ámbito, Costa Rica —con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT)— se dio a la tarea de elaborar una estrategia nacional de bioeconomía que descansa en una institucionalidad y un marco legal sólidos y en consonancia con las regulaciones internacionales en este campo.

Desde mediados de la década de 1990, existen en Costa Rica iniciativas de política pública relevantes para el desarrollo de la bioeconomía (Aramendis et al. 2018). En el ámbito agropecuario destacan las NAMA en los sectores del café y la ganadería, y una NAMA energía-biomasa, como parte del VII Plan Nacional de Energía 2015- 2030, cuyo objetivo es motivar el aprovechamiento de los residuos agrícolas orgánicos del sector agropecuario y agroindustrial para la creación de energías limpias.

En el área de I+D, el país cuenta con más de 30 centros de investigación en ciencias biológicas, sostenibilidad y áreas de interés para el fomento de la bioeconomía en sus universidades públicas —el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), la Universidad de Costa Rica (UCR) y la Universidad Nacional (UNA)—, así como en el Laboratorio Nacional de Nanotecnología (2004) y el Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (2007), instancias que son parte de la institucionalidad de las universidades públicas y están integradas al Centro Nacional de Alta Tecnología (CENTA).

El MICITT lidera el proceso de elaboración de la Estrategia Nacional de Bioeconomía, para lo cual se ha constituido el Comité Interministerial de Bioeconomía, en el que también participan el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC) y el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). El proceso de elaboración de la estrategia tiene como contexto: a) el proceso de adhesión del país a la OCDE, como marco para la articulación de políticas públicas y de quehaceres institucionales; b) el desarrollo del Plan Nacional de Descarbonización, como alternativa para potenciar el uso pleno de la biomasa y los procesos productivos de la economía circular; c) la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible; d) el cambio estructural hacia una bioeconomía basada en el conocimiento y en la que se aprovechan los recursos de la biodiversidad; y e) la articulación

público-privada que se ha empezado a dar en ámbitos relacionados con la bioeconomía a partir de la creación del Clúster de Ciencias Biológicas CR-Biomed.

Ecuador

En este país el desarrollo de la bioeconomía se aborda como una vía para el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, como estrategia de resiliencia ante el cambio climático. Para ello, el país se encuentra en un proceso de consolidación de su marco normativo, institucional y político, orientado a crear las condiciones necesarias para establecer una política pública de bioeconomía, cuyo propósito es generar sinergias entre los diversos actores públicos, privados, académicos y sociales.

El marco legal construido en Ecuador a partir de su Constitución (2008) plantea un escenario favorable para la formulación y puesta en marcha de una institucionalidad, y las consiguientes políticas públicas, relacionada con la bioeconomía, ya que brinda las condiciones para que el país cumpla con los compromisos adquiridos en diferentes convenios internacionales y aproveche su inmensa biodiversidad en un marco de sostenibilidad, distribución equitativa y equidad. El Ministerio del Ambiente (MAE), como ente rector de la gestión de la diversidad biológica nativa, ha tomado la iniciativa de liderar el fomento de la bioeconomía en el país, para lo cual, en el marco del Código Orgánico del Ambiente, estableció los lineamientos que definen a los bioemprendimientos que trabajan con la utilización sostenible de la biodiversidad nativa, a través del Acuerdo Ministerial n. 034.

En este marco, y en coordinación con la cooperación internacional, la academia y los sectores privado y público, se han establecido ciertas acciones estratégicas en torno a la bioeconomía, tales como: a) reorganización institucional interna del MAE para contar con un equipo multidisciplinario que promueva el trabajo que demanda este campo y cree las condiciones necesarias para impulsar la bioeconomía; b) conformación de un grupo de instituciones públicas del Gobierno Central que, lideradas por el MAE, sean quienes articulen la política pública de bioeconomía vinculada al aprovechamiento sostenible de la biodiversidad; c) incorporación del sector privado, como actor clave en la dinamización e impulso de la bioeconomía; d) concurrencia de enfoques, recursos y experiencias desde la cooperación internacional; y e) participación progresiva de la academia como actor esencial que promueve la investigación y la incubación de emprendimientos, así como de grupos productores de la

economía popular y solidaria, que hacen uso y salvaguardan la biodiversidad nativa del país. En conjunto, los cinco actores estratégicos antes descritos constituyen los nodos iniciales que establecerán una red de bioeconomía en Ecuador para la construcción de la política pública.

Finalmente, se creó el Centro de Promoción y Facilitación de Bionegocios (BioEmprende), como una plataforma de articulación entre actores de los sectores público, privado y académico, para potenciar los ejes de la sostenibilidad ambiental, técnica y financiera de los bioemprendimientos. Esta plataforma puede ser utilizada para consolidar experiencias productivas sobre bioeconomía a nivel territorial en el mediano y largo plazos, las cuales sirven, también, como insumo para la construcción de la política pública de la bioeconomía.

Uruguay

Actualmente se desarrolla un proceso multisectorial para la elaboración de la Estrategia de Bioeconomía Sostenible (EBS), como parte de la Estrategia Nacional de Desarrollo “Uruguay 2050”, cuya responsabilidad recae en la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP), que depende directamente de la Presidencia de la República.

La Estrategia Nacional de Desarrollo tiene tres grandes pilares: el desarrollo social, la transformación de los sistemas de género y la transformación productiva. La bioeconomía, junto con la economía digital, conforman el núcleo innovador de la transformación productiva, a través del cual el resto de los complejos productivos más maduros se interrelacionan, se potencian y se modernizan. La elaboración de la Estrategia de Bioeconomía Sostenible (EBS) se basa en varios esfuerzos de política pública que ya se están implementando y son complementarios, dentro de los que se incluyen: a) la Plataforma Uruguay Agro-inteligente para la Producción y la Innovación Tecnológica, implementada desde el año 2010 a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MGAP); b) la política energética, llevada adelante por el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), que ha permitido la transformación radical de las fuentes de energía eléctrica hacia energías renovables; y c) otras iniciativas sectoriales implementadas por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), el Instituto Antártico Uruguayo (IAU), la empresa Alcoholes del Uruguay (ALUR) del grupo ANCAP (combustibles) y el Instituto de Regulación y Control del Cannabis (IRCCA), entre otros (Pittaluga 2008).

Un segundo conjunto de políticas sectoriales en la base de la EBS se deriva de la instauración, por parte del Gabinete Productivo, en 2010, de los Consejos Sectoriales (CS) conformados por representantes de las empresas, los trabajadores, la academia y los institutos tecnológicos y el Estado, con el objetivo de elaborar planes sectoriales con horizonte al 2020. En este marco funcionan 18 CS, que muestran distintos logros en términos de la participación de los actores involucrados y la implementación de los planes. El CS de biotecnología se considera uno de los más exitosos, dado que el plan elaborado se ha ejecutado en gran parte y también ha servido de base para los proyectos de Transforma Uruguay y de la Agencia Nacional de Innovación e Investigación (ANII). La conformación del sector de biotecnología es particularmente importante para el desarrollo de la bioeconomía (Pittaluga 2008).

El proceso de construcción de la EBS ha estado conducido por el MGAP, que a su vez ha conformado un grupo de liderazgo interinstitucional, integrado por la OPP, Transforma Uruguay, el MGAP, el MIEM, el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOT- MA) y el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), dada la naturaleza transversal y sistémica de la bioeconomía. Desde el año 2016, el Ministerio de Agricultura de Alemania (BMEL) viene asesorando el desarrollo de este proceso; y en 2017 Uruguay comenzó a participar como parte del Grupo de Trabajo Internacional en Bioeconomía Sostenible (ISBWG, por sus siglas en inglés), financiado por el gobierno alemán y coordinado por la FAO julio de 2019. El ISBWG incluye 30 miembros: 14 países (Alemania con el Consejo Alemán de Bioeconomía, Argentina, Brasil, Canadá, China, Finlandia, Francia, Italia, Malasia, Namibia, Países Bajos, Sudáfrica, Uruguay y Estados Unidos); 2 órganos de gobierno regionales e instituciones afiliadas (Comisión Europea, con BBIJU, y el Consejo Nórdico de Ministros); 2 ONG (WWF y TSC); 3 entidades del sector privado (BIC, WBCSD y DSM); 5 instituciones de investigación (FARA, SEI, CIAT, EMBRAPA y CREA); y 4 organizaciones intergubernamentales (OCDE, CEPAL, ONU Medio Ambiente y FAO).

Finalmente, un tercer conjunto de políticas en la base de la EBS son las políticas y planes de fomento al desarrollo sostenible (Plan Ambiental Nacional para el Desarrollo Sostenible; Política Nacional de Cambio Climático; Plan Nacional de Aguas; Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica), cuyo liderazgo proviene del MVOTMA y del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático (SNRCC). Condiciones necesarias para el desarrollo de la bioeconomía en ALC.

Los ejes estratégicos para el desarrollo de la bioeconomía en ALC

En la gran mayoría de los países de la región ya existen numerosas políticas e instituciones públicas relevantes para el desarrollo de la bioeconomía, en áreas como ciencia, tecnología e innovación, cambio climático, agricultura, ganadería y acuicultura sostenibles, silvicultura y biodiversidad, biotecnología, bioenergía y uso de biomasa residual (Rodríguez et al. 2017, Rodríguez 2019)). La elaboración de estrategias de bioeconomía, por lo tanto, debería partir de la identificación, la articulación y el alineamiento de esas iniciativas, así como de la consiguiente puesta en marcha de procesos de diálogo con los sectores público y privado, la academia y otros actores pertinentes, para construir las políticas y estrategias que hagan falta. Entre ellas, pueden mencionarse las siguientes:

- 1. Creación de un marco de políticas habilitante**, sobre todo en los ámbitos de políticas y regulaciones, ciencia, tecnología e innovación, fomento del emprendimiento, valorización de recursos biológicos, incentivos para superar barreras, generación de demanda y condiciones de acceso y desarrollo de mercados.
- 2. Identificar y solventar las barreras regulatorias** que limitan el desarrollo de la bioeconomía en la región, dentro de las cuales destacan las siguientes:
 - a)** la complejidad de los procesos regulatorios nacionales (por ejemplo, el acceso a recursos genéticos);
 - b)** la ausencia de marcos normativos adecuados para el avance del conocimiento en las ciencias y tecnologías biológicas;
 - c)** la escasez de capacidades para cumplir con las regulaciones en los mercados de destino de los productos de la bioeconomía o desconocimiento de tales requisitos;
 - d)** la incompatibilidad de las reglamentaciones para productos convencionales y bioproductos similares;
 - e)** la ausencia de armonización en los criterios de clasificación para nuevos productos relacionados con la bioeconomía; y
 - f)** la dificultad para hacer cumplir las regulaciones vigentes.

- 3. Fomentar el desarrollo y el acceso a los mercados** de los productos y servicios de la bioeconomía, tanto nacionales como internacionales, los cuales se pueden agrupar en:

- a)** productos que sustituyen productos similares de origen fósil para los cuales no existen mercados bien desarrollados, por lo que el acceso puede verse limitado, ya sea por la dificultad de competir con industrias maduras basadas en fósiles (por ejemplo, energía, plásticos, insumos agrícolas) o por el desconocimiento de los consumidores sobre los beneficios de los productos alternativos de origen biológico; y
- b)** nuevos productos y procedimientos, que en muchos casos enfrentan barreras de mercados comunes relacionadas con la falta de estudios técnicos y científicos de distintos tipos, con cuestiones logísticas y relativas a certificaciones, licencias, etiquetas y sellos y los costos asociados a ellos, y con la necesidad de que los consumidores perciban los productos en cuestión como inocuos y seguros (Aramendis et al. 2018).

Para superar estas barreras es necesario avanzar en:

- a)** el desarrollo de condiciones para que el consumidor pueda elegir de manera informada; por ejemplo, en términos de sistemas de precios y estándares que permitan la comparación de los productos;
 - b)** políticas compensatorias/promocionales que equilibren la competitividad con los mercados “maduros” basados en recursos fósiles; y
 - c)** el uso de los mecanismos de compras públicas para los productos de la bioeconomía.
- 4. Intensificar la inversión en ciencia y tecnología** para fomentar procesos de investigación, desarrollo e innovación. Los procesos de base biológica requieren una nueva base tecnológica, lo que a su vez demanda una reorganización de las habilidades científicas para la investigación y el desarrollo. También precisan de cambios en los niveles de producción y gestión, ya que las

estrategias de desarrollo basadas en recursos biológicos, por lo general, son mucho más intensivas en conocimiento que las rutas de desarrollo basadas en recursos naturales fósiles.

Los conocimientos constituyen un inductor estratégico en estos procesos, pero se trata no solo de potenciar la biotecnología y las ingenierías, sino también de aprovechar lo convencional, particularmente en lo que se refiere a explotar el potencial de la biomasa disponible, así como las posibilidades que ofrece el uso de microorganismos en los procesos microbiológicos y biotecnológicos.

5. Promover o desarrollar incentivos económicos y financieros, con especificidades, focos y reglas de acceso propios para potenciar los emprendimientos relacionados con la bioeconomía, entre ellos fondos públicos en agencias nacionales de desarrollo, fondos privados nacionales y regionales, fondos mixtos público-privados y fondos de cooperación internacional regionales y globales (Aramendis et al. 2018)). Es necesario crear un ambiente de negocios que promueva y proteja la inversión orientada a impulsar nuevos negocios y cadenas de valor, incluyendo capital de riesgo, reglas claras de propiedad intelectual y promoción de las iniciativas innovadoras (apoyo financiero, incubadoras, etc.).

6. Desarrollar legislación y capacidades en propiedad intelectual, así como una cultura de protección del conocimiento. Para ello es crucial mejorar la comunicación y la integración entre ciencia e industria y adquirir conocimientos especializados para la gestión de distintas modalidades de protección de la propiedad intelectual y de los modelos de negocio asociados. Algunas condiciones necesarias importantes son las siguientes:

a) garantía de la protección de la propiedad intelectual en las legislaciones nacionales, al más alto nivel posible, idealmente en las constituciones nacionales;

b) instauración de mecanismos modernos de protección que cumplan con los estándares internacionales;

c) un menú amplio de mecanismos de protección que incluya derechos de autor, marcas registradas, diseños industriales, modelos de utilidad, patentes e indicaciones geográficas;

d) seguridad jurídica y política; y

e) armonización de los derechos de propiedad intelectual nacionales con la disposición del acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) de la OMC.

7. Fomento del bioemprendimiento, dado que son las empresas tipo startup y pyme las que a menudo son pioneras e impulsoras de la innovación en la bioeconomía. Por ello, es importante mejorar su integración con las cadenas globales de valor de la bioeconomía y contribuir a nivelar las condiciones del entorno, poniendo especial atención a las necesidades de los innovadores jóvenes y en ámbitos de aplicación intensiva de conocimientos avanzados. Para promover la innovación y fomentar el bioemprendimiento se considera relevante:

a) desarrollar instrumentos novedosos para facilitar la interacción entre los nuevos emprendimientos bioeconómicos y las universidades o centros de investigación, sobre todo para promover el bioemprendimiento entre los jóvenes;

b) diseñar instrumentos financieros y no financieros para ayudar a las nuevas bioempresas a llegar a los mercados de la bioeconomía y mejorar sus capacidades para responder y adaptarse a la velocidad del cambio tecnológico;

c) promover la colaboración público-privada y regional-multilateral para fortalecer las infraestructuras nacionales requeridas para cumplir con los requisitos en los países importadores de bioproductos, ya sea en términos de infraestructuras (por ejemplo, laboratorios) o de certificaciones de calidad; y

d) fomentar una cultura de emprendimiento que valore la libertad de creación e innovación y que no castigue el fracaso.

8. Desarrollo de una gobernanza colaborativa en las estrategias para la bioeconomía, para lo cual es determinante:

a) establecer algún tipo de acuerdo político, ya sea entre instituciones públicas o involucrando a otros

sectores de la sociedad, con el objetivo de generar consenso en torno a que se trata de una decisión de política de Estado y no de un gobierno en particular;

b) definir un mecanismo de coordinación permanente, para la formulación y el manejo de la estrategia de bioeconomía; establecer un grupo asesor con expertos nacionales o internacionales; crear grupos o mesas de trabajo y concertación (academia, gobierno y empresa), que se aboquen a la identificación de cuellos de botella y a la búsqueda de soluciones; y

c) generar instancias de diálogo y educación con la sociedad civil para sensibilizar y educar sobre el potencial de la bioeconomía.

- 9. Generar incentivos para la colaboración público-privada**, de manera que el sector privado asuma como propios los objetivos implícitos de la bioeconomía y reoriente sus inversiones en función de ellos. Muchos de los nuevos conocimientos, tecnologías y productos están aún en el mundo académico y requieren procesos de desarrollo que aumentan el riesgo de las nuevas actividades y emprendimientos, lo que debe ser reconocido en esquemas de financiamiento o coinversión. Se necesita, asimismo, sistematizar información sobre mecanismos de financiamiento relacionados con la innovación y ponerla a disposición de los bioinnovadores interesados y potenciales.

La colaboración público-privada y privada-privada es fundamental para sensibilizar a los consumidores sobre la seguridad y la sostenibilidad de los bioproductos, así como para crear demanda y mercados para ellos. Es importante, de igual manera, utilizar instancias existentes, como las cámaras de comercio e industria y las oficinas de asociación y transferencia de tecnología, para promover la creación de redes de colaboración, compartir mejores prácticas comerciales y, en general, educar y comunicar a sus comunidades sobre las oportunidades que ofrece la bioeconomía, así como sobre sus eventuales riesgos.

- 10. Desarrollar estrategias de comunicación, diálogo y concientización** sobre el potencial y los beneficios económicos, sociales y ambientales de la bioeconomía. Estos mecanismos de comunicación deben partir de una

adecuada base de conocimientos acerca de los múltiples beneficios y eventuales riesgos de la bioeconomía, e involucrar a todos los niveles relevantes:

a) los formuladores de políticas públicas y la comunidad de interesados en temas de desarrollo sostenible, por las respuestas que una bioeconomía sostenible puede proveer a las aspiraciones y necesidades de la sociedad, dados sus vínculos con muchos de los ODS;

b) la comunidad empresarial, por las oportunidades y beneficios económicos que se derivan del desarrollo de nuevos productos, procesos productivos, negocios y cadenas de valor para, por un lado, atender una demanda creciente por productos y formas de producción más amigables con el ambiente y, por otro, generar nuevos empleos de calidad y crear nuevos mercados; y

c) la ciudadanía, para generar confianza sobre la seguridad del consumo de los productos de la bioeconomía y conciencia sobre los beneficios de acceder a productos con una menor huella fósil.

- 11. Monitorear el progreso y evaluar los impactos de las políticas** y estrategias que apoyan el desarrollo de la bioeconomía, sobre todo considerando que su carácter multidisciplinario e intersectorial implica una alta complejidad en la implementación y efectividad de las políticas públicas. Además, es indispensable avanzar en la valoración de la importancia económica de la bioeconomía, tema donde no existen marcos metodológicos universalmente aceptados, y el reto es mayor, dado que la bioeconomía genera nuevos productos, procesos, sectores y cadenas de valor para los cuales los sistemas estadísticos actuales no han desarrollado clasificadores (por ejemplo, partidas arancelarias a partir de las cuales clasificar exportaciones). Además, hacen falta marcos de monitoreo que cubran los tres ámbitos de la sostenibilidad, es decir, indicadores no solo económicos, sino también ambientales y sociales.

- 12. Fomentar la cooperación internacional**, instrumento importante y esencial no solo por sus contribuciones para enfrentar los desafíos globales de los próximos tiempos, sino también por las oportunidades y retos que comparten muchos países de la región. Además, porque solventar las barreras y fomentar la base tecnológica requerida tiene

grandes componentes de bienes públicos, donde se pueden anticipar significativos beneficios del trabajo en conjunto y el mutuo aprendizaje.

De hecho, buena parte de que el concepto de la bioeconomía esté hoy instalado en la región, como opción para un desarrollo más sostenible y equitativo, responde en gran medida a la implementación, de 2012 en adelante, de una serie de proyectos de cooperación en el marco del Programa Marco 7 (FP7) y Horizonte 2020 (H2020) de la Comisión Europea, donde, con la participación de países de Europa y de ALC, se analizaron y discutieron las oportunidades y opciones para el desarrollo de la bioeconomía en la región (Hodson 2015, Hodson de Jaramillo et al. 2019).

La relevancia de la cooperación internacional para avanzar en el desarrollo de la bioeconomía en la región ha sido discutida recientemente en el Primer Simposio Latinoamericano de Bioeconomía, Repensando el Desarrollo: Nuevas Oportunidades para América Latina y el Caribe (Bioeconomía Argentina 2017), en el que se acordó la creación de una red latinoamericana de bioeconomía, apuntando a intercambiar experiencias y trabajar conjuntamente en el desarrollo de una visión para la bioeconomía latinoamericana, capacitar y formar recursos humanos, desarrollar y transferir tecnologías estratégicas y metodologías para medir, monitorear y evaluar los avances en los sectores involucrados, y apoyar el diseño de políticas y normativas para el sector.

Anexos

Hacia una bioeconomía sostenible: Lecciones aprendidas a partir de estudios de casos¹

Seguridad alimentaria

1. El impacto de las iniciativas de bioeconomía en la seguridad alimentaria no se define automáticamente por el uso de materias primas alimentarias o no alimentarias. Esto debe tenerse en cuenta cuando se abordan problemas similares al debate sobre los alimentos frente a la producción de combustible, que ha surgido en torno a los biocombustibles.
2. La producción de bioproductos debe contribuir a la producción de alimentos, no obstaculizarla. Esto se puede lograr mediante la intensificación del uso de la tierra, la utilización de diferentes tipos de tierra (incluido el terreno marginal) en la producción de bienes alimentarios y no alimentarios y el cambio a sistemas de producción integrados que combinen la producción de bienes alimentarios y no alimentarios, tales como los sistemas integrados de alimentos y energía. En este sentido, se deben tratar dos aspectos claves, a saber:
 - a. La noción de lo que constituye un terreno marginal es compleja (por ejemplo, ¿la tierra que se usa ocasionalmente puede denominarse marginal?) y dinámica, ya que puede cambiar con el tiempo. Por lo tanto, la decisión de calificar la tierra como marginal y de definir su utilización, debe ser tomada mediante un proceso inclusivo en el que participen todos los actores principales. Cuando se planifica su uso, se debe considerar debidamente el momento en que la tierra ya no es marginal, y la posibilidad de que otras opciones de utilización (por ejemplo, la producción de alimentos) estén disponibles.
 - b. Se debe prestar especial atención a una posible competencia entre los distintos usos (manejo del suelo, alimentación animal, bioenergía y bioproductos, entre otros) de los residuos de la producción de alimentos. En efecto, la demanda creciente de diversos bioproductos puede incrementar la competencia por la biomasa y los recursos naturales entre los diferentes sectores de la bioeconomía, incluido el sector alimentario. Los usos actuales y potenciales de los residuos se deben incluir siempre en el análisis de viabilidad de las iniciativas de bioeconomía basada en el uso de residuos, ya que estos pueden proporcionar importantes bienes y servicios a las comunidades locales.
3. El acceso a los alimentos suele resultar desafiante. Se puede aumentar mejorando la seguridad de la tenencia, una precondition del desarrollo de la bioeconomía que comúnmente se pasa por alto, así como creando oportunidades para obtener mayores ingresos de los bienes alimentarios y no alimentarios, a través de la adopción de tecnologías que aprovechan al máximo cada componente de la biomasa.
4. La utilización adecuada de los alimentos es otra dimensión de la seguridad alimentaria a la que el desarrollo de la bioeconomía puede contribuir mediante: (i) un mejor acceso a bioenergía sostenible para cocinar; (ii) el estímulo de una mayor producción de bionutrientes; y (iii) conocimientos mejorados en favor de microbiomas saludables.
5. Los procesos y las tecnologías tradicionales e innovadoras usadas en la bioeconomía pueden ayudar a utilizar la biomasa de forma más eficiente y eficaz por medio del empleo de cada parte de una materia prima dada, que a menudo empieza como un producto alimenticio. Los conocimientos locales, incluidos los de las comunidades indígenas, se deben respetar y valorar, ya que estos pueden aportar beneficios significativos al desarrollo de la bioeconomía, particularmente en iniciativas relativas a la generación de productos biocosméticos y biofarmacéuticos.

Gestión de los recursos natural

1. La gestión sostenible de los recursos naturales respalda claramente el desarrollo sostenible de la bioeconomía.

¹Resumen de lecciones aprendidas del Proyecto de FAO "Toward Sustainable Bioeconomy Guidelines", apoyado por el Ministerio Federal Alemán de Alimentación y Agricultura (BMEL), a partir de [Gomez San Juan, M., Bogdanski and Dubois 2019].

Con frecuencia se le considera un asunto que se debe abordar para garantizar la sostenibilidad de la producción y el procesamiento de la biomasa, debido a lo cual buenas prácticas relacionadas con el manejo sostenible de la tierra, el agua, los bosques y la biodiversidad suelen formar parte de las operaciones de la bioeconomía. Sin embargo, el cambio directo e indirecto del uso de la tierra no se considera normalmente cuando el desarrollo de la bioeconomía local supone una modificación en la producción de biomasa.

2. La gestión sostenible de los recursos naturales y los insumos relativos a los bioproductos puede beneficiar el medioambiente y apoyar los argumentos comerciales de las iniciativas de bioeconomía.
3. A los pequeños productores de biomasa, incluidos los pueblos indígenas, que son custodios, usuarios y beneficiarios de los recursos naturales, se les debe prestar la debida consideración y brindar poder de toma de decisiones en términos del desarrollo de la bioeconomía.
4. La gestión sostenible de los recursos naturales es una condición previa para garantizar que la bioeconomía contribuye a enfrentar los desafíos asociados al cambio climático.

Cambio climático

1. Los bioproductos no son climáticamente inteligentes per se. Un cambio hacia la producción de biomasa con baja emisión de carbono y la gestión climáticamente inteligente de los recursos naturales requerida para efectuar este cambio, junto con el uso de energías limpias en todos los eslabones de las cadenas de valor de la bioeconomía, son los principales factores que influyen en el desempeño de la bioeconomía en apoyo a la mitigación de los efectos del cambio climático.

Otros factores son la reducción de la deforestación, la rehabilitación de las tierras degradadas, la captura y el uso del carbono y la eliminación de la quema de residuos.

2. Aunque por lo general esto no se menciona abiertamente, las actividades de la bioeconomía suelen mejorar la adaptación a través de:
 - a. la gestión sostenible de los recursos naturales, que aumenta la resiliencia del medioambiente local; y

- b. una mayor resiliencia de los medios de vida, mediante los ingresos y las oportunidades de empleo adicionales generados mediante la producción y la comercialización de bioproductos.

Producción y consumo responsables

Las lecciones obtenidas en esta área se relacionan principalmente con la importancia de establecer vínculos entre productores y consumidores durante los diferentes pasos de las actividades de la bioeconomía, de forma que se logre un equilibrio entre sus derechos y responsabilidades respectivos y los beneficios en términos de la bioeconomía, lo que se puede lograr de distintas maneras:

1. Utilizando un enfoque de web de valor, en lugar de uno de cadena de valor, ya que el primero considera dos formas de abordar la creciente demanda de biomasa y la competencia por ella, que resulta del desarrollo de la bioeconomía, buscando un nivel más elevado de integración de todos los componentes de la web de valor, promoviendo el uso en cascada de la biomasa y estableciendo alianzas que fomenten y conecten la producción y el consumo responsables en toda la web de valor de la bioeconomía, para asegurar la eficacia y la inclusión. Además, tales alianzas constituyen un medio para desarrollar mercados de bioproductos a través de acuerdos de compra. Incluyen la agricultura contractual y las alianzas entre proveedores e inversionistas en la propiedad intelectual tecnológica, alianzas empresa a empresa y alianzas entre entidades públicas y fabricantes de bioproductos (por ejemplo, programas de contratación pública).
2. Creando agrupaciones regionales de bioeconomía, lo que favorece la formación de alianzas a diferentes niveles.
3. Combinando los sistemas de certificación con otros tipos de apoyo (por ejemplo, políticas, reglamentos, instituciones y actividades de comunicación), con el fin de crear un entorno propicio que respalde la ampliación de las iniciativas certificadas de bioeconomía. Esto debido a que la certificación es muy limitada en términos de alcance, asequibilidad y fiabilidad, por lo que no puede garantizar por sí sola la sostenibilidad de las cadenas de valor de la bioeconomía a una escala significativa.

Crecimiento económico

Valor Agregado

1. El uso de materia prima multipropósito resulta ventajoso para agregar valor a la biomasa, ya que permite la fabricación de varios bioproductos. Además, conlleva la producción combinada de productos nuevos y antiguos, que reduce los riesgos asociados a las nuevas tecnologías.
2. La producción de diversos bioproductos puede tener lugar en secuencia (enfoque de cascada) o en forma simultánea, como en algunas operaciones de biorrefinería. La decisión sobre la secuencia en el uso en cascada de la biomasa no debe tomarse con base solo en la agregación de valor económico. Otros criterios (por ejemplo, el almacenamiento de carbono; usos locales, como la dendroenergía para cocinar; y los costos de procesamiento) pueden resultar importantes para los distintos actores. Por consiguiente, la decisión en torno a la secuenciación en el procesamiento de la biomasa se debe tomar mediante un proceso local inclusivo basado en la participación de múltiples actores.

Empleo

1. Las nuevas actividades de bioeconomía ofrecen numerosas oportunidades de empleo, en particular a las mujeres rurales y los jóvenes. No obstante, la capacitación suele ser un requisito clave para la generación de empleo en iniciativas de bioeconomía que introducen nuevas tecnologías, especialmente en la etapa de procesamiento de la biomasa.
2. Las poblaciones urbanas son en gran medida las responsables de impulsar la demanda de bioproductos.

La resiliencia económica se puede incrementar fortaleciendo los vínculos entre el medio rural y el urbano y mejorando la cohesión territorial mediante sólidas cadenas de valor locales.

3. Existen riesgos potenciales en materia de empleo en la nueva bioeconomía.
 - a. Puede surgir una competencia entre los empleos tradicionales (por ejemplo, en la producción de alimentos convencional) y los nuevos tipos de trabajo (como en la

cadena de valor de bioproductos). Además, las nuevas tecnologías pueden reducir las oportunidades de empleo, mientras que las tecnologías más convencionales, que son más intensivas en mano de obra, pueden resultar menos rentables.

- b. La atención se puede centrar en aumentar el número de oportunidades laborales, sin prestar la debida consideración a la calidad garantizada de estos nuevos empleos.

Economía circular

1. Los procesos microbiológicos y biotecnológicos son elementos esenciales en la aplicación de principios de circularidad a la bioeconomía. Suponen el uso de residuos y una generación cada vez mayor de bioproductos vinculados al dióxido de carbono, a través de la captura y el uso del carbono. La aplicación de principios de circularidad a menudo contribuye a fomentar la sostenibilidad de las iniciativas de bioeconomía. En este sentido, los desafíos por enfrentar se relacionan con la posible competencia asociada a los usos de los residuos y los costos y la logística que conlleva su uso. La calidad de los bioproductos influye en el grado en que estos son biodegradables y compostables. Estas características no se deben dar por sentadas, dado que pueden afectar significativamente el funcionamiento de los principios de circularidad en la bioeconomía.

Buena gobernanza

La gobernanza de la producción y el uso de la biomasa se refiere a los procesos de toma de decisiones que se deben establecer, es decir, los roles, los derechos y las responsabilidades de los diversos actores, así como los tipos de políticas, reglamentos e instituciones y canales de información y comunicación requeridos.

Los siguientes factores de éxito de la gobernanza de la bioeconomía se derivan de la revisión de los estudios de caso:

1. La toma de decisiones inclusiva en todos los ámbitos pertinentes resulta crucial en el diseño y la implementación de la bioeconomía.
2. Un enfoque territorial/del paisaje puede respaldar la producción y el uso eficiente de la biomasa y los insumos conexos en un territorio.

3. Las agrupaciones regionales de bioeconomía pueden ayudar en la aplicación de prácticas de bioeconomía circular.
4. La agricultura contractual resulta beneficiosa para los productores de biomasa, ya que les puede garantizar un mercado y, en ocasiones, proporcionar asistencia técnica. Además, favorece a los fabricantes y minoristas de biomasa, dado que les asegura un suministro continuo y regular de esta. Como ya se mencionó, los gobiernos suelen participar en la tarea de asegurar que estos contratos sean justos para ambas partes.
5. Un organismo supraministerial cercano al nivel más alto del Gobierno debe coordinar los esfuerzos nacionales en materia de bioeconomía.
6. Mecanismos públicos (por ejemplo, programas de contratación pública, políticas coherentes con respecto a incentivos e impuestos o campañas de sensibilización pública) deben promover la aceptación del consumidor.
7. Mecanismos de colaboración entre los actores, incluidas alianzas público-privadas y plataformas de bioeconomía deben contribuir al intercambio transparente de información y conocimientos y cumplir un rol significativo en la toma de decisiones. Metas firmes, rentables e inclusivas de monitoreo y evaluación del avance y la sostenibilidad se deben ajustar con la debida flexibilidad a los objetivos de la estrategia de bioeconomía de un país.

Bibliografía

Agromaker. (2017). Argentina tiene 14 plantas grandes elaboradoras de etanol contra 198 de EE.UU. Consultado el 17 de agosto de 2019. Disponible en <http://agromaker.com.ar/argentina-tiene-14-plantas-grandes-elaboradoras-de-etanol-contra-198-de-ee-uu/>

Aramendis, RH; Rodríguez, AG; Krieger Merico, LF. 2018. Contribuciones para un gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe: bioeconomía (en línea). Santiago, Chile, CEPAL. 88 p. Consultado 5 sep. 2019. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43825/1/S1800540_es.pdf.

ASOCAÑA. (2017). Las cifras del sector agroindustrial de la caña de azúcar colombiano y la producción de BioEtanol a base de caña de azúcar. <https://www.asocana.org/documentos/562017-ED2FFB51-00FF00,000A000,878787,C3C3C3,0F0F0F,B4B4B4,FF00FF,2D2D2D.pdf>, consultado el 17 de agosto 2019.

ASOCAÑA (Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia). 2017. Caña de azúcar, el gran motor de la economía en el Valle del Cauca (en línea). Cali, Colombia, Caracol TV. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en <https://www.asocana.org/modules/documentos/14167.aspx>.

Banco Mundial. 2011. Rising global interest in farmland: can it yield sustainable and equitable benefits? (en línea). Nueva York, US. Consultado en mayo 2015. Disponible en <http://bit.ly/1rRFyQC>

Bioeconomía Argentina. 2017. Convenio Marco de Bioeconomía (en línea). Buenos Aires, Argentina, Consultado 13 sep. 2019. Disponible en <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/wp-content/uploads/2017/07/Convenio-bioeconomia.pdf>.

Brookes, G; Barfoot, P. 2017. GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2015. Database of the Safety and Benefits of Biotechnology (en línea). Bruselas, Bélgica, CropLife International. Consultado 30 sep. 2019. Disponible en <http://biotechbenefits.croplife.org/paper/gm-crops-global-socio-economic-and-environmental-impacts-1996-2015/>.

Bioeconomía Argentina. 2019. 1er Simposio Latinoamericano de Bioeconomía. Repensando el Desarrollo. Nuevas Oportunidades para América Latina y el Caribe (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado 16 ago. 2019. Disponible en <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/1er-simposio-latinoamericano-de-bioeconomia/.BIOFASE>.

Calzada, J; Molina, C. 2017. La industria del biodiésel en Argentina. Bolsa de Comercio de Rosario (en línea). In Bolsa de Comercio de Rosario. Informativo Semanal, año XXXV. Rosario, Argentina. 5 p. Consultado 18 sep. 2019. Disponible en http://carbio.com.ar/wp-content/uploads/2017/10/Articulos-Semanal-BCR-_17_09_01.pdf.

CARBIO – Cámara Argentina de Biocombustibles. (s/f). Scania prueba un camión 100% biodiésel en Buenos Aires. Consultado el 15 de agosto 2019. Disponible en <http://carbio.com.ar/index.php/2017/04/27/scania-prueba-un-camion-100-biodiesel-en-buenos-aires/>

CEPAL (2015). Seminario Regional Bioeconomía ALC 2015. CEPAL, Santiago de Chile, 7 - 8 Octubre 2015, organizado por la Unidad de Desarrollo Agrícola, DDPE/CEPAL y ALCUE-NET. Consultado el 17 de agosto de 2019. Disponible en http://conferencias.cepal.org/Conferencia_bioeconomia/

CEPAL (2016). Horizontes 2030, La igualdad en el centro del desarrollo sostenible. Trigésimo sexto Período de Sesiones de la CEPAL, 23 a 27 de mayo de 2016, Ciudad de México.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile). 2018c. Memoria (en línea). Adrián G. Rodríguez (ed.). Seminario Regional Bioeconomía en América Latina y el Caribe (2018, Santiago, Chile, CEPAL). 75 p. Consultado 14 sep. 2019. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44241/1/S1800922_es.pdf.CEPAL.

- Clarín. 2019. En Rosario, el BioBus confirma las ventajas del biodiésel para el transporte público (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado 30 sep. 2019. Disponible en https://www.clarin.com/rural/rosario-biobus-confirma-ventajas-biodieseltransporte-publico_0_Sm05gy_Ht.html.
- Clark, J; Luque, R; Matharu, A. 2012. Green Chemistry, Biofuels, and Biorefinery (en línea). *Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering* 3:183-207. Consultado 12 ago. 2019. Disponible en <https://www.annualreviews.org/doi/>
- Cortez, LAB; Horta Nogueira, LA; L V Leal, MR. 2012. *Sugarcane Bioenergy for Sustainable Development: Expanding Production in Latin America and Africa*. 1 ed. Londres, Reino Unido, Routledge. 444 p. (Routledge Studies in Bioenergy).
- Climate CCAFS (Climate Change Agriculture and Food Safety, Países Bajos). 2019. The Incentive System for Low-Carbon Agriculture in Brazil (en línea). Wageningen, Países Bajos. Consultado 3 sep. 2019. Disponible en <https://ccafs.cgiar.org/bigfacts/#theme=evidenceof-success&subtheme=policiesprograms&casestudy=policiesprogramsCs1>.
- D'Amato, D.; Droste, N.; Winkler, K.J. y Toppinen, A. (2019). Thinking green, circular or bio: Eliciting researchers' perspectives on a sustainable economy with Q method. *Journal of Cleaner Production* 230: 460-476.
- De Oliveira, M. 2016. Aceite para biodiésel (en línea). *Pesquisa FAPESP* 245, julio. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en <https://revistapesquisa.fapesp.br/es/2017/04/26/aceite-para-biodiesel/>.
- El-Chichakli, Beate; Joachim von Braun; Christine Lang; Daniel Barben & Jim Philp. (2016). Five cornerstones of a global bioeconomy. *Nature* 535: 221 – 223.
- El Espectador. 2019. Scott Munguía, el mexicano que transformó la semilla del aguacate en pitillos biodegradables (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en <https://www.elespectador.com/cromos/vida-social/scottmunguia-el-mexicano-que-transformo-la-semilla-del-aguacate-en-pitillos-biodegradables-articulo-839571>.
- European Commission. 2005. *New Perspectives on the KBBE, a Conference Report*. Bruselas, Bélgica. 24 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia); AGROSAVIA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2018. *Innovaciones en Producción cárnica con bajas emisiones de carbono: experiencias y desafíos en América Latina y el Caribe* (en línea). Montería, Colombia. 86 p. Consultado 27 sep. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/americas/eventos/ver/es/c/1143349/>.
- Fedebiocombustibles (Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia). 2019. *Boletín Biocombustibles Hoy Edición 200* (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 15 ago. 2019. Disponible en http://www.fedebiocombustibles.com/v3/estadistica-mostrar_info-titulo-Biodiesel.htm
- Fernández, JM; Aguer, F. 2017. Biodiésel para consumo en Argentina (en línea). Rosario, Santa Fe, Argentina, Nextfuel Argentina. Consultado 15 ago. 2019. Disponible en <https://biodiesel.com.ar/11142/biodiesel-para-autoconsumo-en-argentina>.
- Fraunhofer. (2019). *Biological transformation and bioeconomy*. Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., München. Consultado el 17 de agosto de 2019. Disponible en <https://www.fraunhofer.de/en/research/current-research/biological-transformation.html>
- German Bioeconomy Council - GBC. (2018). *Bioeconomy Policy Part III: Update Report of National Strategies around the World*. Consultado el 17 de agosto de 2019. Disponible en <http://gbs2018.com/resources/>
- German Bioeconomy Council. (2018). *Global Bioeconomy Summit Conference Report: Innovation in the Global Bioeconomy for Sustainable and Inclusive Transformation and Wellbeing*. Secretariat of the German Bioeconomy Council, Berlin, Germany. Consultado el 17 de agosto de 2019. Disponible en <https://gbs2018.com/resources/gbs2018-documentation/>

Gestión. 2018. Junpalma: Importación de biodiesel de países asiáticos paraliza producción nacional (en línea). Lima, Perú. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en <https://gestion.pe/economia/empresas/junpalma-importacion-biodiesel-paisesasiaticos->

Gomez San Juan, M., Bogdanski, A. & Dubois, O. (2019). Towards sustainable bioeconomy - Lessons learned from case studies. Rome, FAO. 132 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Consultado el 17 de agosto de 2019. Disponible en <http://www.fao.org/publications/card/en/c/CA4352EN/>

Grupo Bioeconomía. 2019. Grupo Bioeconomía – Institucional (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado 27 sep. 2019. Disponible en <http://www.grupobioeconomia.com.ar/institucional/>.

Henry, G; Rodríguez, A; Trigo, E. 2018. Latin America's developing bio-economies: concept note for a regional panel discussion @ GBS2018 (en línea). Berlín, Alemania, Global Bioeconomy Summit 2018. Consultado 17 ago. 2019. Disponible en <https://gbs2018.com/resources/gbs2018-documentation/>

Hodson, E. 2015. Towards a Latin America and Caribbean Knowledge Based Bio-Economy in Partnership with Europe. Bogotá, Colombia, s. e. 151 p.

Hodson de Jaramillo, E; Trigo, E; Henry, G; Aramendis Ramírez, RH; Castaño, A; Coremberg, A; Costa, R; Díaz, E; Doorn, M; Gálvez Mariscal, A; Hernández Velázquez, I; Leal, M; G Oliveira, A; Ospina, B; Patino, H; Marcelo, M; Rodríguez-Vargas, AG; Otero, M. 2019. La bioeconomía: Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina (en línea). 1 ed. Hodson de Jaramillo, E; Trigo, E; Henry, G (eds.). Bogotá, Colombia, Editorial Pontificia Universidad Javeriana, CIRAD. 384 p. Consultado el 13 sep. 2019. Disponible en https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/43705/Bioeconomia_WEB

Horta Nogueira, Luiz. (2004). Perspectivas de un programa de biocombustibles en América Central: Proyecto Uso Sustentable de Hidrocarburos. Estudios e Investigaciones, LC/MEX/L.606, Convenio CEPAL / República Federal de Alemania, Sede Subregional de la CEPAL en México. Consultado el 17 de agosto de 2019. Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/25669-perspectivas-un-programa-biocombustibles-america-central-proyecto-uso>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica). 2018. Argentina presenta ante la OMC la Declaración Internacional sobre Aplicaciones Agrícolas de la Biotecnología de Precisión con el Apoyo de Otros Países (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 15 ago. 2019. Disponible en <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/argentina-presenta-ante-laomc-la-declaracion-internacional-sobre-aplicaciones>

International Advisory Council of the Global Bioeconomy Summit 2018 – IAC-GBC (2018). Communiqué, Global Bioeconomy Summit 2018, Innovation in the Global Bioeconomy for Sustainable and Inclusive Transformation and Wellbeing. 20 April 2018, Berlin Germany. Consultado el 17 de agosto de 2019. Disponible en <https://gbs2018.com/resources/gbs2018-documentation/>

IAC-GBC (International Advisory Council of the Global Bioeconomy Summit 2018). 2018. Global Bioeconomy Summit Conference Report. Innovation in the Global Bioeconomy for Sustainable and Inclusive Transformation and Wellbeing (en línea). Berlín, Alemania. 108 p. Consultado 30 sep. 2019. Disponible en https://gbs2018.com/fileadmin/gbs2018/GBS_2018_Report_web.pdf.

ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, Estados Unidos de América). 2018b. ISAAA in 2018 Accomplishment Report (en línea). Ithaca, Nueva York, Estados Unidos de América. 40 p. Consultado 13 sep. 2019 Disponible en <http://www.isaaa.org/resources/publications/annualreport/2018/default.asp>.

Kassam, A; Friedrich, T; Derpsch, R; Kienzle, J. 2015. Overview of the Worldwide Spread of Conservation Agriculture (en línea). Field Actions Science Reports 8:12. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en <https://journals.openedition.org/factsreports/3966#tocto2n4>.

MAGP – Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (s/f). Bioeconomía. Consultado el 16 de agosto de 2019. Disponible en <https://www.agroindustria.gov.ar/sitio/areas/bioeconomia/>

- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil). 2009. Anuário estatístico da agroenergia (en línea). 1 ed. Brasília, Brasil. 161 p. Consultado 30 sep. 2019. Disponible en <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/pasta-anuario-estatistico-da-agroenergia/anuario-estatistico-da-agroenergia-2009.pdf/view>.
- Moose, S. P., & Mumm, R. H. (2008). Molecular plant breeding as the foundation for 21st century crop improvement. *Plant physiology*, 147(3), 969–977. doi:10.1104/pp.108.118232
- Nolte, GE; Luxbacher, K. 2016. GAIN Report: Peru: Biofuels Annual (en línea). Lima, Perú, GAIN. 13 p. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en [https://gain.fas.usda.gov/Recent GAIN Publications/Biofuels Annual_Lima_Peru_12-22-2016.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Lima_Peru_12-22-2016.pdf).
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Estados Unidos de América). 2013. América Latina y el Caribe: una superpotencia en biodiversidad (en línea). Nueva York, Estados Unidos de América. 20 p. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en [https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment and Energy/biodiversity/Latin-America-and-the-Caribbean-A-Biodiversity-uperpower--Policy_Brief_SPANISH.pdf](https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/biodiversity/Latin-America-and-the-Caribbean-A-Biodiversity-uperpower--Policy_Brief_SPANISH.pdf).
- R REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century Secretariat, Francia). 2019. Table R10. Renewable Transport Mandates at the National/State/Provincial Levels (en línea). París, Francia. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en https://www.ren21.net/gsr-2019/tables/table_10/table_10/
- Rodríguez, A. 2019. Bioeconomía en Costa Rica (en línea). In Hodson de Jaramillo, E; Henry, G; Trigo, E (eds.). La bioeconomía: nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina. Bogotá, Colombia, Universidad Javeriana. p. 103-131. Consultado 25 sep. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Rafael_Aramendis/publication/334692285_Bioeconomia_en_Colombia/links/5d425ece92851cd04696f3c4/Bioeconomia-en-Colombia.pdf.
- Rodríguez, Adrián; Aramendis, Rafael; y Mondaini, Andrés (2018). Financiamiento de la bioeconomía en países seleccionados de Europa, Asia y África: Experiencias relevantes para América Latina y el Caribe. Serie Desarrollo Productivo No. 222, LC/TS.2018/101, CEPAL, Santiago, Chile. Consultado el 17 de agosto de 2019. Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44287-financiamiento-la-bioeconomia-paises-seleccionados-europa-asia-africa>
- Rodríguez, A; Mondaini, A; Hitschfeld, M. 2017. Bioeconomía en América Latina y el Caribe: Contexto global y regional y perspectivas (en línea). Santiago, Chile, CEPAL. 96 p. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42427/1/S1701022_es.pdf.
- Rodríguez, A; Rodrigues, M; Sotomayor, O. 2019. Hacia una bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe: Elementos para una visión regional (en línea). Santiago, Chile, CEPAL. 60 p. Consultado 25 sep. 2019. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44640/4/S1900161_es.pdf.
- Sennhauser, E; Cord, L; de la Torre, A. 2011. High Food Prices: LAC Responses to a New Normal (en línea). Washington, D. C., Banco Mundial. 36 p. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en <http://documents.worldbank.org/curated/en/504261468046858757/pdf/879320WP0Box38000FoodPrices0english.pdf>
- Stads, GJ; Beintema, N; Perez, S; Flaherty, K; Falconi, C. 2016. Agricultural Research in Latin America and the Caribbean: A Cross-Country Analysis of Institutions, Investment, and Capacities (en línea). Washington, D. C., IFPRI, BID. 44 p. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en <https://www.asti.cgiar.org/sites/default/files/pdf/LACRegionalReport2016.pdf>.
- Trigo, E; Mateo, N; Falconi, C. 2013. Agricultural innovation in Latin America and the Caribbean: institutional scenarios and mechanisms. Washington, D. C., Estados Unidos de América, BID.
- Trigo, E. 2016. Veinte años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina (en línea). Buenos Aires, Argentina, ArgenBio. 45 p. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en https://www.argenbio.org/adc/uploads/20GM_2016/

Trigo, E. 2018. Marco institucional y de políticas para el desarrollo de la bioeconomía en la Argentina (en línea). In Seminario Bioeconomía América Latina y el Caribe (2018, Santiago, Chile). Consultado 16 sep. 2019. Disponible en http://conferencias.cepal.org/bioeconomia_AL/.

Trigo, E; Regunaga, M; Costa, R; Coremberg, A. 2019. Bioeconomía en Argentina, alcances, situación actual y oportunidades para el desarrollo sustentable (en línea). In Hodson, E; Henry, G; Trigo, E (eds.). La bioeconomía: nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. p. 25-48. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Rafael_Aramendis/publication/334692285_Bioeconomia_en_Colombia/links/5d425ece92851cd04696f3c4/Bioeconomia-en-Colombia.pdf.

Zanetti, EA; Gómez, JJ; Mostacedo, SJ; Reyes, O. 2015. Cambio climático y políticas públicas forestales en América Latina: Una visión preliminar (en línea). Santiago, Chile, CEPAL. 122 p. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40922/4/S1601346_es.pdf.



En el sitio web www.agrirural.org se podrán acceder otros recursos de información de interés para los usuarios: informes históricos, boletines técnicos, resúmenes ejecutivos, infografías, videos, entre otros.





Comisión Económica para América Latina y el Caribe
Dirección: Av. Dag Hammarskjöld 3477, Vitacura, Santiago de Chile
Central telefónica: (56-2) 2271-2000 + 2210-2000
Facsimile principal: (56-2) 2208-0252
Dirección postal: Casilla 179-D, Santiago de Chile
Código postal: 7630412
Correo electrónico: dpisantiago@un.org
Sitio web: www.cepal.org



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Oficina Regional para América Latina y el Caribe
Av. Dag Hammarskjöld 3441, Vitacura
Santiago, Chile
Teléfono: (56-2) 2923-2100
Correo electrónico: FAO-RLC@fao.org
Sitio web: www.fao.org/americas



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
Sede Central
Apdo. postal: 55-2200 San José, Vázquez de Coronado
Teléfono: (506) 2216-0222
Fax: (506) 2216-0233
Correo electrónico: icaahq@iica.int
Sitio web: www.iica.int