



Organización
Internacional
del Trabajo

► La bioeconomía en Argentina y sus efectos sobre las dimensiones socioeconómicas del desarrollo

Sofía Rojo, Christoph Ernst, Miguel Lengyel, Leonardo Zanazzi,
Michela Pizzicannella



Junio de 2021

Sofía Rojo, Christoph Ernst, Miguel Lengyel, Leonardo Zanazzi, Michela Pizzicannella, *La bioeconomía en Argentina y sus efectos sobre las dimensiones socioeconómicas del desarrollo*, Ciudad de Buenos Aires: Organización Internacional del Trabajo, 2021.

Copyright © Organización Internacional del Trabajo 2021



Primera edición 2021

La presente obra es un documento de acceso abierto con arreglo a la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>). Tal como se detalla en dicha licencia, los usuarios pueden reproducir, distribuir, adaptar y desarrollar el contenido de la obra original, a condición de que se mencione claramente que la OIT es la titular de la obra original. Los usuarios no están autorizados a reproducir el emblema de la OIT en sus obras.

Atribución de la titularidad – La obra debe citarse como sigue: Sofía Rojo, Christoph Ernst, Miguel Lengyel, Leonardo Zanazzi, Michela Pizzicannella, *La bioeconomía en Argentina y sus efectos sobre las dimensiones socioeconómicas del desarrollo*, Ciudad de Buenos Aires: Organización Internacional del Trabajo, 2021.

Traducciones - En caso de que se traduzca la presente obra, deberá añadirse, además de la atribución de la titularidad, el siguiente descargo de responsabilidad: *La presente traducción no es obra de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) ni debe considerarse una traducción oficial de la OIT. La OIT no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción.*

Adaptaciones - En caso de que se adapte la presente obra, deberá añadirse, además de la atribución de la titularidad, el siguiente descargo de responsabilidad: *La presente publicación es una adaptación de una obra original de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT). Las opiniones y puntos de vista expresados en esta adaptación son responsabilidad exclusiva de su autor o autores, y en ningún caso de la OIT.*

Todas las consultas sobre derechos y licencias deberán dirigirse a la Unidad de Publicaciones de la OIT (Derechos de autor y licencias), CH-1211 Ginebra 22 (Suiza) o por correo electrónico a rights@ilo.org.

ISBN: 9789220350072 (web pdf)

Las denominaciones empleadas en las publicaciones de la OIT, que están en concordancia con la práctica seguida en las Naciones Unidas, y la forma en que aparecen presentados los datos no implican juicio alguno por parte de la Oficina Internacional del Trabajo sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

La responsabilidad de las opiniones expresadas en los artículos, estudios y otras colaboraciones firmados incumbe exclusivamente a sus autores, y su publicación no significa que la OIT las suscriba.

Las referencias a firmas o a procesos o productos comerciales no implican aprobación alguna por la Oficina Internacional del Trabajo, y el hecho de que no se mencionen firmas o procesos o productos comerciales no implica desaprobación alguna.

Para más información sobre las publicaciones y los productos digitales de la OIT, visite nuestro sitio web: www.ilo.org/publns.

El Departamento de Trabajo de los Estados Unidos aporta financiación en virtud del acuerdo de cooperación número FOA-ILAB-18-05. El cien por ciento de los gastos totales del proyecto o programa se financia con cargo a fondos federales, por un importe total de 2 500.00 dólares de los Estados Unidos. Esta publicación no refleja necesariamente las opiniones o políticas del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos, y la mención de marcas, productos comerciales u organizaciones no implica que el Gobierno de los Estados Unidos los apruebe.

Impreso en Argentina

► Índice

► Introducción	6
► 1. El concepto de bioeconomía a nivel global y sus efectos potenciales sobre el desarrollo sustentable	8
► 2. La bioeconomía en Argentina: una estrategia de desarrollo	11
La bioeconomía argentina en cifras	12
Un mosaico de regiones y sectores, amplio y heterogéneo	13
► 3. Las implicancias que el desarrollo de la bioeconomía podría tener sobre las dimensiones socioeconómicas: análisis de casos	17
A) El complejo sojero	17
Efectos sobre los ODS sociales	21
B) El complejo del arroz	22
Efectos sociales de este complejo productivo	26
C) El complejo forestal	27
Efectos sociales de este complejo productivo	31
► 4. Conclusiones	33
► Referencias bibliográficas	36
► Anexo: experiencias internacionales de políticas para la bioeconomía	38
Unión Europea	39
América Latina y el Caribe	40

► Introducción¹

La evolución demográfica mundial, con un rápido incremento de la población especialmente en los países en desarrollo² y una tendencia creciente hacia una mayor longevidad, la menor disponibilidad de recursos naturales y fuentes de energía no renovables³, una urbanización en aumento en desmedro de una distribución poblacional territorialmente más equilibrada y el impacto negativo de estas tendencias en materia de sustentabilidad ambiental y social ponen en evidencia los límites del modelo productivo y de consumo⁴ dominante durante el último siglo. El corolario casi autovidente de esta situación es la necesidad de un replanteo profundo, si se quiere disruptivo, de ese modelo de organización capitalista, de manera de conjugar, con una visión de largo plazo, el imperativo de rentabilidad con las necesidades de protección del ecosistema ambiental y de mejora en la calidad de vida de la población. Sucintamente, lo que está en juego es el logro de un cambio de alcance paradigmático en la concepción e implementación de un modelo de desarrollo tecnoproductivo que apunte simultáneamente una mayor sustentabilidad no solo económica, sino también social y ambiental.

En este contexto de desafíos sistémicos a nivel global, la bioeconomía ha emergido en la última década y media como un sendero alternativo de desarrollo productivo en fuerte expansión en el mundo desarrollado y, de forma más incipiente, en varios países en desarrollo para darles respuesta. Su base es el aprovechamiento de los recursos naturales de origen biológico (RNOB) para producir alimentos, energía, nuevos productos y servicios de manera sostenible, implicando en el proceso cambios profundos en la organización de la producción (tecnologías, procesos, extensión y articulación de cadenas o redes de valor, etc.), en las capacidades necesarias, en las instituciones y regulaciones aplicables, y en los modelos de negocios –incluyendo las denominadas “economía verde” y “economía circular”–.

La bioeconomía implica, por ende, la generación y aplicación intensiva de nuevos conocimientos en la producción, el uso y el consumo de los RNOB. El modelo productivo emergente tiene el potencial así para suscitar fuertes impactos socioeconómicos sobre la localización de las actividades productivas, los patrones de urbanización, la distribución de sus beneficios y la dinámica de creación/destrucción de empleo, entre las dimensiones más relevantes.

1 Se agradecen los aportes y comentarios de Ana Belén Sánchez (OIT), Lucía Tumini (Ministerio de Producción y Trabajo) y de Daniele Epifanio.

2 Diversas proyecciones sobre el crecimiento demográfico señalan que para el año 2030 la población mundial alcanzará los 9 000 millones de personas con un mayor ingreso medio mundial per cápita asociado con un aumento de la demanda de alimentos (Gerland, 2014).

3 Ver, por ejemplo, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2015-04-14/fossil-fuels-just-lost-the-race-against-renewables>.

4 Esto se expresa de diversas formas: desmontes indiscriminados, contaminación de aguas y degradación de suelos, mayor ocurrencia y variabilidad de catástrofes naturales, deterioro de la capa de ozono y calentamiento global. En términos sencillos, los plásticos y otros similares de uso masivo no solo alteran el equilibrio ecológico a través de la utilización de recursos naturales no renovables (petróleo y gas), sino que además derivan en residuos con impactos negativos sobre el ambiente (Castells i Boliart, 2010; Weng y Huiming, 2009; Europa Bio, 2019).

En otras palabras, la bioeconomía se presenta como un catalizador de una nueva opción de desarrollo conocimiento-intensiva, traccionada en gran medida por la innovación tecno-productiva y organizacional y la sustentabilidad social y ambiental.⁵

Desde la perspectiva de Argentina, país que cuenta con una dotación abundante y diversificada de RNOB y una rica biodiversidad (como varios otros de la región latinoamericana), la bioeconomía tiene una fuerte connotación estratégica ya que se perfila como una opción atractiva de desarrollo de largo plazo, en particular en vistas de que "...la mayoría de los sectores que la integran son nuevos (...) y, por ende, no están totalmente definidos, por lo que existen beneficios extraordinarios a captar por parte de quienes entren tempranamente en los nuevos mercados" (Trigo *et al.*, 2015). Tiende a superar, en consecuencia, la antigua dicotomía "industria-sector primario", proveyendo una plataforma para el surgimiento de configuraciones intersectoriales novedosas y una fuerte interdisciplinariedad.

No obstante, esta oportunidad también implica desafíos. La abundante disponibilidad de RNOB con la que cuenta Argentina es una condición necesaria pero no suficiente para desarrollar actividades bioeconómicas. Esto se debe a que, para catalizar estos procesos de desarrollo, también se requieren nuevas formas de generación y aplicación de conocimientos y un nuevo marco institucional en materia de políticas públicas –productivas, tecnológicas, regulatorias, sociales, educativas, comerciales y de infraestructura–, entre otros aspectos.

Estos sistemas novedosos de gobernanza –estrategias, regulaciones y políticas públicas– resultan centrales para que la bioeconomía facilite a las sociedades alcanzar procesos de desarrollo que contribuyan al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) formulados por las Naciones Unidas. En este sentido, la experiencia internacional muestra que, en ausencia de esos marcos de gobernanza, el desarrollo de la bioeconomía también podría producir efectos negativos sobre dimensiones sociales o ambientales (por ejemplo, creando empleos precarios o incentivando la deforestación).

En ese marco, este documento procura brindar elementos para conocer cuáles son los efectos que podría tener un mayor desarrollo de la bioeconomía sobre las dimensiones sociales en Argentina. Para eso, analiza un conjunto de casos, tomando como marco de referencia a los ODS sociales. La principal observación que permea el análisis es que no se puede considerar a la bioeconomía como un bloque homogéneo, ya que según el tipo y alcance de las actividades desarrolladas se obtienen efectos sociales diversos en cuanto a su signo e intensidad. Por ejemplo, los cultivos extensivos orientados a producir biomasa pueden ser grandes creadores de empleo (en términos de la cantidad de puestos, no de la intensidad de uso del factor trabajo), pero también pueden tener efectos negativos sobre la salud de la población por el uso imprudente de agroquímicos. Además, el aprovechamiento de residuos agrícolas (como los residuos y descartes de hortalizas, cereales y oleaginosas o de la producción pecuaria) tiene impactos positivos sobre la salud de la población –por ejemplo, evitando enfermedades derivadas de la contaminación del aire y del agua–, pero estos residuos no son necesariamente grandes creadores de empleo. En consecuencia, la segunda premisa del trabajo se refiere a la importancia de contar con marcos de políticas públicas adecuados para reducir los efectos negativos y potenciar los beneficios que estas actividades pueden brindar a la sociedad en su conjunto.

El documento se estructura de la siguiente manera. En una primera sección se presenta brevemente una discusión sobre el concepto de la bioeconomía a nivel global y su vinculación con la Agenda de los ODS. En la segunda sección se describe el sector de la bioeconomía en Argentina, atendiendo a la definición conceptual y operativa que se considera en el país; a su incidencia a nivel macro (sobre el PIB y el empleo total); y las principales características micro, actividades y regiones. La tercera sección analiza los efectos que estos sectores tienen sobre las dimensiones socioeconómicas, para lo cual se adopta un abordaje basado en el estudio de casos sobre el marco conceptual de los ODS. Finalmente, se presentan las conclusiones sobre la base de los principales hallazgos del trabajo.

⁵ Distintas estimaciones indican que el mercado mundial de productos de base biológica está creciendo de manera exponencial, ya que mientras que en 2015 alcanzó los USD 200 000 millones, se proyecta que esta cifra se duplique para el año 2020.

► 1. El concepto de bioeconomía a nivel global y sus efectos potenciales sobre el desarrollo sustentable

La bioeconomía puede definirse, desde una perspectiva global, como “la producción, utilización y conservación de recursos biológicos –incluidos los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados– para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible” (Global Bioeconomy Summit –GBS–, 2018⁶). No obstante, entre los países no existe aún consenso sobre esta definición, ya que estos muestran variantes que dependen tanto de sus dotaciones de recursos y capacidades como de los elementos programáticos que se privilegian en cada caso (Rodríguez *et al.*, 2019).

En general, se puede indicar que existen dos grandes visiones. Una amplia, que considera que la bioeconomía es el resultado de la producción y transformación de la biomasa en productos sobre la base de procesos esencialmente biológicos; y otra, más acotada, que la liga a la biotecnología moderna⁷ –en tanto disciplina líder en la producción, reproducción y transformación de los recursos biológicos–.

En este sentido, vale la pena volver a mencionar que la bioeconomía no constituye un sector más, sino una estrategia productiva y organizativa

transversal que busca configurar una “red de redes o de cadenas de valor” de base biológica interconectadas con fuertes tendencias hacia la transectorialidad e interdisciplinariedad (CEPAL, 2017). Atraviesa una multiplicidad de cadenas de valor de base biológica, estableciendo, con el uso de nuevas tecnologías –centralmente la biotecnología, pero también otras como la nanotecnología y las tecnologías digitales en sus diferentes expresiones– y con la combinación y recombinación de los campos científicos convencionales –la biología, la química, la genómica, diversas ingenierías, etc.–, procesos de producción más eficientes y sustentables que se desarrollan en plataformas comunes a diversas actividades económicas. Abarca, por lo tanto, actividades primarias –agropecuaria, forestal y acuícola – vinculadas con actividades manufactureras –como las industrias alimenticias, de pulpa y papel, química, farmacéutica, de materiales, etc.– y de producción de bioenergía.

En función de estas características, se considera a la bioeconomía un nuevo paradigma de desarrollo tecno-productivo que permite superar la dicotomía “manufacturas-sector primario” de las teorías tradicionales del desarrollo económico, propendiendo a la vez a generar cambios en el entramado productivo a través del surgimiento de nuevas actividades. Este paradigma

6 <https://gbs2018.com/home/>

7 La biotecnología se refiere a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos. Comprende distintos enfoques derivados, tales como biología celular, molecular, bioinformática y microbiología marina aplicada. Se incluye la investigación y el desarrollo de sustancias bioactivas y alimentos funcionales para bienestar de organismos acuáticos, diagnóstico celular y molecular, y manejo de enfermedades asociadas a la acuicultura, toxicología y genómica ambiental, manejo ambiental y bioseguridad asociado al cultivo y procesamiento de organismos marinos y dulciacuícolas, biocombustibles, y gestión y control de calidad en laboratorios.

promueve trayectorias evolutivas a través de tres grandes transformaciones: (i) la transición desde una producción industrial basada en recursos fósiles hacia otra basada en recursos biológicos; (ii) la modernización y diversificación de las actividades económicas tradicionales apalancando un tipo de crecimiento sustentable; y (iii) el tránsito hacia una economía circular sustentada en el uso “en cascada”, la reutilización y el reciclaje de materiales, tomando así en cuenta los ciclos de vida completos de los recursos naturales (Lengyel, 2018).

A manera de ejemplo se pueden citar algunas definiciones de países y organismos que son referentes globales en la materia. Para la Unión Europea, la bioeconomía engloba tanto la producción de recursos biológicos como su transformación en alimentos, productos de base biológica y bioenergía (European Commission –EU–, 2013). Por su parte, para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2009), constituye un mundo donde la biotecnología contribuye de manera sustantiva a la producción.

En Argentina se define predominantemente a la bioeconomía como la producción, transformación mediante nuevas tecnologías y uso innovador de los RNOB para agregar valor localmente y generar oportunidades nuevas, eficientes y sustentables de producción, utilización y consumo de tales recursos.⁸

En general, los países más industrializados de Europa y Norteamérica ven en la bioeconomía una oportunidad de desarrollar nuevos procesos, productos y servicios innovadores de base biológica que mejoren la competitividad y la sustentabilidad de sus estructuras productivas (eficiencia en el uso de los recursos y las emisiones de carbono). Desde esta perspectiva, se valora a la bioeconomía como una herramienta para crear empleos y abrir nuevos mercados. Por su parte, las economías emergentes de Asia, África y América Latina en general la perciben como una oportunidad para desarrollar nuevas actividades económicas que permitan diversificar y escalar tecnológicamente sus matrices productivas con un mejor y más sustentable aprovechamiento de sus enormes recursos biológicos y amplia biodiversidad. Una

encuesta realizada a expertos de varios países sobre cuáles son los proyectos bioeconómicos que resultan más importantes en sus regiones arrojó resultados diferentes según el nivel de ingresos de los países (Issa *et al.*, 2019). Si bien en todos ellos, en general, se piensan carteras de proyectos diversificadas, entre los que cuentan con mayores ingresos predominan los nuevos productos y entre aquellos con menores ingresos las innovaciones sociales tienden a cobrar mayor importancia.

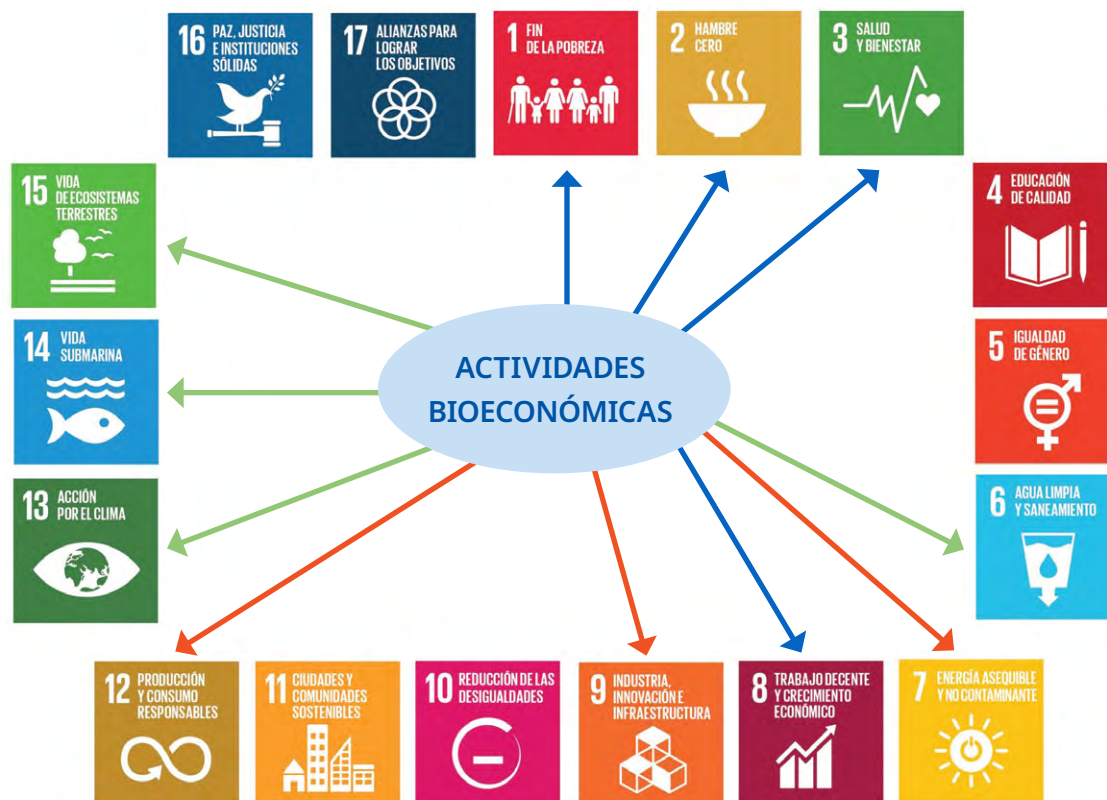
Los objetivos que plantea la bioeconomía se vinculan con las principales dimensiones consideradas en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Según Rodríguez *et al.* (2019), la bioeconomía proporciona un marco conceptual para el desarrollo de estrategias enfocadas a enfrentar los grandes retos sociales y las preocupaciones de desarrollo sostenible. No obstante, si bien desde su diseño la bioeconomía cumple con las premisas del desarrollo sustentable, hay evidencia reciente que muestra que estos proyectos en su implementación también pueden producir efectos negativos sobre algunas dimensiones del desarrollo, según el tipo de gobernanza que se utiliza para su puesta en práctica.

Es decir, en ausencia de regulaciones, políticas públicas e inversiones, el aporte de la bioeconomía al cumplimiento de los ODS no está garantizado. En efecto, la evidencia analizada por Heimann (2019) muestra que las actividades bioeconómicas han contribuido al crecimiento económico, produciendo efectos mixtos en las dimensiones social y ambiental. Según Gómez-Paredes *et al.* (2015), muchos de esos efectos tienen origen global: los países que son importadores netos de recursos naturales (como Alemania o China), a través del comercio global, afectan aspectos sociales y ambientales de otros países del planeta, por ejemplo, demandando bienes cuya producción incentiva procesos de deforestación o empleo precario.

Los ODS pueden y deben ser utilizados como un marco de referencia para evaluar los efectos de las actividades bioeconómicas ya que su multidimensionalidad cubre el espectro amplio de efectos que puede llegar a tener la bioeconomía sobre el desarrollo.

8 www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/bioeconomia-argentina/

► Esquema 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible afectados por las actividades bioeconómicas



Nota: Las flechas azules representan objetivos socioeconómicos, las verdes ambientales y las rojas objetivos económicos y de industrias limpias.

Fuente: Heimann, 2019.

La estrategia conocida como una “transición justa”⁹ plantea que el proceso de transición hacia una economía más verde y más equitativa debe considerar a todos los agentes interesados: los costos y las oportunidades sociales y en términos de empleo, y que los beneficios de la transición sean compartidos por todos, incluyendo a trabajadores y empleadores. Este concepto, que tuvo sus orígenes en el movimiento sindical y ha sido adoptado tanto por el sistema de las Naciones Unidas como por gobiernos, sostiene que el diálogo social deberá situarse en el centro del proceso. Los gobiernos tendrán el papel fundamental de promover el tipo de políticas de desarrollo productivo y sociales que conduzcan a la creación de empleo productivo y decente (OIT, 2016).

La bioeconomía también puede contribuir a una transición justa hacia una economía más verde y equitativa. La incorporación de los cambios tecnológicos, el estímulo a la innovación, la inversión en infraestructura y el desarrollo de cadenas o redes de valor asociadas con el surgimiento de nuevos sectores y actividades productivas transectoriales e interdisciplinarias son procesos que ofrecen oportunidades para crear empleos con nuevos perfiles laborales y que también requieren adaptar las competencias ocupacionales de los perfiles existentes. Para aprovechar esa ventana de oportunidades es preciso definir políticas, incentivos y marcos institucionales orientados a mejorar la gestión de los recursos y a apoyar una transición hacia la variante más virtuosa de la bioeconomía. No obstante, también implica desafíos en algunos sectores que necesariamente deberán reconvertirse. Las políticas de protección social y laborales deberán atenuar los efectos en los sectores que se reconviertan.

⁹ <https://www.ituc-csi.org/just-transition-centre?lang=es>

► 2. La bioeconomía en Argentina: una estrategia de desarrollo

En Argentina, la bioeconomía ha surgido de manera temprana y ha crecido de manera sostenida principalmente a través de la producción agrícola y de los biocombustibles.

El país presenta ventajas estratégicas para incorporarse a este nuevo paradigma de desarrollo, que se basan en la interacción entre cuatro tipos de capitales críticos que se encuentran disponibles en el país: (i) el biomásico; (ii) el cognitivo en materia de ciencia y tecnología, que provee condiciones para la generación de innovaciones sustentables a partir de los RNOB; (iii) el industrial –aunque con distintos niveles de desarrollo dependiendo de las áreas de actividad–; y (iv) el de una infraestructura aceptable en diversas zonas del país.

Respecto del capital biomásico, el país posee un extenso territorio, gran variedad climática y de biodiversidad, una importante superficie de bosques nativos e implantados, sectores agrícola-ganaderos y agroindustriales altamente competitivos y una plataforma marina con una rica biodiversidad. Según el Proyecto WISDOM¹⁰, Argentina dispone de una amplia producción de biomasa y tiene fuerte potencialidad para aumentarla con el *upgrading* de su base industrial.

Respecto del capital cognitivo, es importante destacar que en Argentina se han adoptado en forma temprana los avances biotecnológicos y

que existen capacidades científico-tecnológicas de avanzada. El país se sumó a la primera onda de desarrollo biotecnológico, concibiendo su expansión como una política de largo plazo. Como resultado de esta apuesta estratégica, Argentina es hoy uno de los países líderes a nivel global en materia biotecnológica, en particular en la ligada a la producción.

La existencia de capacidades científico-tecnológicas aplicadas y de una trayectoria productiva importante en una diversa gama de actividades son condiciones complementarias indispensables. A ellas se agregan, más recientemente, innovaciones en las lógicas de generación de conocimiento y de organización de la producción que se traducen en nuevas configuraciones organizacionales en red, con múltiples agentes involucrados y una sustancial modificación de los modelos de negocios (Anlló y Fucks, 2015; Lengyel *et al.*, 2019; Bisang *et al.*, 2008).

En suma, la concurrencia e interacción RNOB-capacidades-innovación proveen una plataforma sumamente propicia para la transición hacia un mayor desarrollo socioeconómico. También contribuyen a impulsar emprendimientos dirigidos tanto a la producción sustentable de biomasa como a la transformación de la biomasa existente en una creciente diversidad de productos y servicios intensivos en conocimiento.

10 El Proyecto WISDOM (Woodfuels Integrated Supply/Demand Overview Mapping, FAO, 2009) realizó un análisis del balance de la energía derivada de biomasa en Argentina a partir de mediciones directas e indirectas. Excluyó la biomasa necesaria para garantizar la sustentabilidad de los ecosistemas y la comprendida en la demanda actual, reflejando por lo tanto un balance neto de biomasa. Según este estudio, la biomasa total potencialmente disponible ascendía a más de 148 millones de toneladas, en tanto que la denominada “biomasa comercial” accesible y potencialmente disponible estaba en el rango de las 124 millones de toneladas. En términos energéticos, esto satisface el 47 % de la demanda primaria del país.

La bioeconomía argentina en cifras

Considerando un criterio amplio para definir a la bioeconomía, se estima que, en 2016, el sector de la bioeconomía en Argentina aportó alrededor del 17 % del PIB y el 14 % del empleo total. El 60 % del valor agregado producido por la bioeconomía corresponde al sector agropecuario (9,8 % del PIB) y el 40 % restante (6,5 % del PIB) a la industria de productos manufacturados. Las manufacturas de origen agropecuario aportan el 31 % del total del valor agregado bio, mientras que las ramas de manufacturas de origen industrial representan el 9 %. Los cuadros 1 y 2 presentan los resultados de las estimaciones del PIB y el empleo para la bioeconomía.

La definición utilizada incluye a las actividades económicas que cumplen con las siguientes condiciones: i) uso de biomasa como insumo; ii) incorporación de biotecnología como insumo; y iii) todos los productos que utilicen a la biomasa y a la biotecnología como insumo. Se considera que es “amplia” porque incluye sectores tradicionales que producen o utilizan biomasa, aun cuando apliquen tecnologías antiguas y/o no sustentables.

La elección de este enfoque responde a la imposibilidad de realizar estimaciones más ajustadas a partir de la información estadística disponible, que se encuentra agrupada de acuerdo con el Clasificador Nacional de Actividades Económicas –CLANAE 2010– y no considera a la bioeconomía en su diseño. La metodología utilizada fue desarrollada por Wierny *et al.* (2015), en un estudio realizado para la Bolsa de Cereales. Es importante destacar la necesidad de adecuar el sistema estadístico del país para medir procesos importantes y relativamente novedosos como la bioeconomía.

Según Wierny *et al.* (2015), los biocombustibles aportaban solo el 3 % del valor agregado del sector de la bioeconomía, el bloque de alimentos y bebidas contribuía en un 36,4 %, mientras que el complejo aceitero aportaba otro 27,1 %. El complejo de madera, pulpa y papel representaba el 11 % del valor agregado del sector, mientras que el 5,4 % correspondía al cuero y sus derivados. Dado que la balanza comercial argentina se basa fuertemente en productos de origen biológico (procesados y sin procesar), rápidamente puede inferirse que una proporción mayoritaria de ese producido era exportada e integraba cadenas globales de valor.

► Cuadro 1. Participación de la bioeconomía en el PIB, 2016*

Sector	Millones de pesos	Millones de dólares	Total bio	PIB
Primario	789 292	49 829	60 %	9,8 %
Industria manufacturera	555 726	35 083	40 %	6,9 %
Manufacturas de origen agropecuario (MOA)	410 754	25 931	31 %	5,1 %
Manufacturas de origen industrial (MOI)	144 972	9 152	9 %	1,8 %
Total bio	1 345 018	84 912	100 %	16,7 %

Fuente: Elaborado por el Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI) con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC).

* Valor agregado a precios de productos.

Nota: Se pueden consultar cifras más actualizadas en un informe de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires (https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/bioeconomia/_archivos//Medicion_de_la_Bioeconomia2018.pdf). Esta estimación muestra un orden de magnitud similar a las estimaciones presentadas. Por razones de comparabilidad, se utilizaron las cifras de 2016.

En el año 2016, la actividad bioeconómica aportó unos 2,8 millones de empleos directos, que se dividen en porcentajes iguales entre el sector primario de la economía y el sector manufacturero. De estos puestos, el 35 % son asalariados declarados, por lo tanto, están protegidos por la legislación laboral vigente y por el sistema de seguridad social del país (pueden asimilarse al concepto de trabajo decente). Otro 32 % son trabajadores asalariados no declarados (informales), mientras que el 33 % restante corresponde a otras categorías ocupacionales: trabajo por cuenta propia, patrones y trabajo familiar. La calidad del empleo es mejor en el segmento manufacturero de la bioeconomía, ya que presenta tasas de asalariamiento y de inclusión al sistema de seguridad social más elevadas que el segmento primario.

Se destaca la menor participación del empleo femenino en las actividades de bioeconomía (21 %) respecto del promedio de la economía (42 %). Esto se explica, principalmente, por la elevada participación de las actividades primarias, donde el empleo femenino es solo el 8 % del total.

► Cuadro 2. El empleo directo creado en el sector de la bioeconomía, 2016*

Sector		Total trabajadores	Asalariados registrados	Asalariados no registrados	Resto del empleo	Mujeres
Primario	En miles	1 419	351	582	486	110
	En %	100 %	25 %	41 %	34 %	8 %
Industria manufacturera	En miles	1 387	631	319	437	476
	En %	100 %	45 %	23 %	32 %	34 %
Total bio	En miles	2 806	982	901	923	585
	En %	100 %	35 %	32 %	33 %	21 %
Empleo total	En miles	20 316	10 651	4 738	4 926	8 550
	En %	100 %	52 %	23 %	24 %	42 %

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la Cuenta de Generación del Ingreso (INDEC) y la Encuesta Permanente de Hogares (INDEC).

Un mosaico de regiones y sectores, amplio y heterogéneo

Como se ha mencionado, la bioeconomía en Argentina alcanza una porción elevada del PIB que incluye actividades sumamente diversas en términos de los RNOB, sectores productivos y regiones donde estas se desarrollan. Incluye la agricultura, la actividad forestal, pesquera, la producción alimentaria y la producción de pulpa y papel, así como partes de la industria textil, química, y de las industrias energéticas y biotecnológicas (farmacéutica).

Las regiones argentinas son asimismo fuentes de recursos y sistemas productivos diferenciados. Las oportunidades más importantes están en la región centro-pampeana, donde la confluencia de recursos, capacidades productivas e infraestructura es más evidente y existen importantes desarrollos en las cadenas agroindustriales y los biocombustibles. Sin embargo, el resto de las economías regionales también ofrecen importantes recursos e instituciones de considerable nivel de desarrollo, en tanto que poseen en grado variable recursos humanos, tecnológicos y productivos distintivos de alta calidad.

A manera de ilustración, el cuadro siguiente presenta el mosaico con las principales opciones de aprovechamiento de la biomasa en el país, en función tanto de las fuentes de RNOB existentes como de las

actividades de producción y procesamiento de biomasa a partir de estos. También indica el grado de desarrollo alcanzado y su potencial de expansión en un horizonte temporal de mediano/largo plazo.

► **Cuadro 3. Bioeconomía argentina. Situación actual y desarrollo potencial**

Fuente de biomasa	Actividad	Desarrollo actual	Potencial de desarrollo
Recursos agropecuarios de la Pampa húmeda extendida	Cultivos agrícolas diferenciados	Alto	++++
	Intensificación sustentable	Medio	++++
	Alimentos convencionales y diferenciados de 1ª generación	Alto	++++
	Alim. diferenciados de 2ª gen. (funcionales/nutracéuticos)	Bajo/medio	+++
	Subproductos agrícolas	Bajo/medio	++++
	Subproductos y residuos de la producción animal	Bajo/medio	++++
	Bioenergía (de 1ª generación)	Alto	++++
	Bioenergía (de 2ª y 3ª generación)	Bajo/medio	+++
	Biomateriales/bioinsumos agrícolas	Bajo	+++
	Bioquímicos	Bajo/medio	+++
	Fitofármacos	Bajo	+++
	Servicios ambientales y bioservicios	Bajo	+++
Bosques y recursos forestales maderables y no maderables	Diferenciación forestal vía desarrollos genéticos	Bajo	+++
	Dendrocombustibles (derivados de árboles o arbustos)	Bajo	++++
	Biomateriales	Bajo	+++
	Bioconstrucción	Bajo	+++
Recursos acuíferos (en particular, los aprovechables en la "Pampa azul")	Productos marinos de alto valor agregado (por ej., enzimas, antioxidantes, aceites)	Bajo	+++
	Nuevas tecnologías para el uso sostenible del agua	Bajo	++
	Biorremediación para agua limpia	Bajo	+++
	Uso de la biodiversidad marina para nuevos productos (por ej., biomedicamentos, biomateriales)	Bajo	+++
Biomasa de residuos	Procesamiento de residuos sólidos urbanos, incluyendo aquellos de origen industrial	Bajo	+++

Fuente: CIECTI; Wierny, et al. (2015); Trigo (2016); PROBIOMASA (2017); CEPAL (2017).

Nota: (+) bajo; (++) medio; (+++) alto; (++++ muy alto.

En el ámbito de los actores institucionales que pueden aportar sistémicamente a la generación de conocimiento científico y tecnológico para la emergencia de la bioeconomía en el país, se destacan distintos centros e institutos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), universidades nacionales, Centros del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y Unidades del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Desde el sector productivo, también se refuerza con los ejemplos de casos de innovaciones ya implementadas: empresas y entidades gremiales empresarias, y asociaciones cooperativas relacionadas con los sectores de alimentos, forestal y energía.

► Cuadro 4. Experiencias destacadas en materia de innovación

Región	Implementadores	Innovación
Cuyo	CAPP: Tysa, EMESA, UNCUIYO, Municipio Las Heras	Sistema tecnológico integrado para generación de energía: estimulación de la producción de biogás en rellenos sanitarios con ingreso de efluentes líquidos tratados en relleno sanitario El Borbollón (Las Heras, Mendoza).
	BioPro: Triple B – UNCUIYO	Insecticida biológico para control biológico de la polilla de la vid.
	BioLev	Levaduras secas activas de Argentina para fermentación de vinos.
	Empresa Avícola Luján de Cuyo	Proyecto planta de procesamiento de harina de vísceras, plumas y sangre.
NEA	Establecimiento Grupo Las Palmas	Rotación arroz-pacú: Ganancias en materia ambiental, de potenciamiento de una nueva cadena productiva y obtención de proteína animal y vegetal de excelente calidad, con un mejor aprovechamiento y eficiencia de los RNOB de la región.
	Instituto de Materiales de Misiones (IMAM) CONICET-Universidad Nacional de Misiones (Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales), y distintas contrapartes nacionales e internacionales	Varios proyectos de investigación y desarrollo para el aprovechamiento de la biomasa celulósica en los sectores arroceros y forestal.
NOA	Ledesma	Sustitución de energía fósil por renovable
	Productos Alimenticios Sofía S. A.	Tratamiento de efluentes líquidos de la faena de pollos, harinas con fracciones no comestibles, compostaje con la mortalidad de aves y uso de sustrato de camas de los galpones como fertilizante agrícola.
	Asociación Civil Colonia Jaime con asistencia técnica del INTI	Biodigestor Don Felipe, producción de biogás y biofertilizantes.
	EEA Obispo Colombres (INTA) - Instituto de Tecnología Agroindustrial del NOA (ITANOA) CONICET	Desarrollo de formulación para inducción de los sistemas de defensa vegetal: BIAGRO ISDV.
	EEA Obispo Colombres (INTA-UNT) - Instituto de Tecnología Agroindustrial del NOA (ITANOA) CONICET	Instalación de biodigestores en la industria citrícola, biorrefinería en el Ingenio Leales, planta para la producción de etanol de primera generación.
Pampeana Norte	Centro Provincial de Formación Profesional N° 1, Eduardo Castex	Biodiésel a través de aceites vegetales usados (AVU): además de los beneficios en términos ambientales y de protección de la salud humana, permite la generación de insumos que pueden incorporarse a distintos procesos de obtención de procesos químicos.
	Prodeman	Procesamiento y tratamiento de cáscara de maní: pasaje de fuente de contaminación ambiental (residuo) a insumo para producir energía limpia.
	CAPP: Universidad Nacional de Villa María - Alimentos Magros - Novara	Valorización de residuos/subproductos de la cadena cárnica regional.
Pampeana Sur	Adecoagro	Proyecto Biodigestores RenovAr 1.
	Corporación Mercado Central de Buenos Aires - INTI - CONICET	Proyecto "Sistema de Tratamiento Integral Residuos" en el Mercado Central.
Patagonia	Sinergia público-privada CONICET (IPATEC) y productores locales	Desarrollo de levaduras patagónicas.

Fuente: CIECTI sobre la base de <http://www.bioeconomia.mincyt.gov.ar/bioeconomia-2016/>

El componente territorial o regional de la bioeconomía es fundamental no solo por los fenómenos biológicos –microfauna, suelos, climas y variedades genéticas– que son particulares a cada entorno espacial, sino también por la factibilidad económica relacionada a distintos elementos (funcionalidad, densidad energética, condiciones de transportabilidad, logística, etc.) que obligan usualmente a ubicar **la explotación de la biomasa de forma cercana a su lugar de origen**.

La bioeconomía argentina se tiende a avizorar como el agregado de las cadenas o redes de valor conformadas en regiones específicas para la explotación de la biomasa allí existente. Tenderá a tener así una configuración “confederal” que exprese la diversa oferta de biomasa y la disponibilidad de capacidades de distinta índole para su aprovechamiento. Esta definición estratégica implica la necesidad de abordar la cuestión territorial, a partir del uso de la noción de regiones bioeconómicas (o “biorregiones”), esto es, ámbitos territoriales definidos por la oferta predominante de RNOB y por factores como el acervo de capacidades de producción de conocimiento científico-tecnológico y de innovación afines, en conjunto con la infraestructura física e institucional de apoyo.

Además, se concibe a los clústeres económicos o bioclústeres como agrupaciones homogéneas de actividades bioeconómicas con mayor especificidad territorial que el de una biorregión. Están constituidos en función de la participación, vinculación y articulación coordinada de actores multidimensionales (públicos y privados, del ámbito productivo y de generación de saberes, localizados o no en la subregión, etc.) que aportan distintas habilidades y conocimientos, frecuentemente interdisciplinarios y transectoriales (Lengyel, 2019).

De acuerdo con esta definición, no alcanza solo con el desarrollo de una misma actividad bioeconómica por diferentes actores en una misma localización para constituir un bioclúster, sino que es necesaria la presencia de una red de actores (incluyendo a trabajadores y al sector privado) y vinculaciones que les den sustento y potencial a esas actividades, articulándolas y generando espacios formales e informales para el intercambio y la transferencia de conocimiento a fines de concebir y adoptar decisiones conjuntas sobre prioridades estratégicas, financiamiento e implementación, precisar cursos de acción, etc. En la práctica, los bioclústeres pueden tener arquitecturas institucionales diversas con, por ejemplo, mecanismos de coordinación que pueden ser las estrategias mismas, consejos estratégicos formalizados, una cartera de proyectos-piloto integrados que sustenten una gobernanza *ad hoc*, etc. A la gobernanza del propio bioclúster se puede agregar el desafío de articular horizontalmente los bioclústeres regionales (de ser necesario o conveniente) y su articulación vertical con las instancias birregionales y nacionales.

► Cuadro 5. Ejemplos de bioclústeres en Argentina

- Clúster basado en RNOB: clúster de levadura patagónica (Patagonia argentina).
- Clúster basado en biotecnología e ingeniería genética: clúster de la semilla (cereales, oleaginosas y forrajeras) (eje Pergamino-Venado Tuerto).
- Clúster basado en mejoramiento genético y estrategias de manejo, tecnología de cosecha y de producción, y gestión de la producción (comercial y financiera) de recursos forestales (bosques nativos e implantados) (provincias de Corrientes y Misiones).
- Clúster basado en desarrollos mutagénicos de variedades de arroz (provincia de Entre Ríos).

Fuente: CIECTI (2018).

► 3. Las implicancias que el desarrollo de la bioeconomía podría tener sobre las dimensiones socioeconómicas: análisis de casos

En esta sección se enumeran las principales implicancias que el desarrollo de estas actividades podría tener sobre las dimensiones sociolaborales. Se nutre tanto de estudios previos como de discusiones que se dieron en el marco del equipo de trabajo. Como eje para el análisis se analizan los efectos de las distintas actividades sobre los ODS sociales:

- (1) Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo.
- (2) Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
- (3) Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades.
- (5) Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
- (8) Promover el crecimiento económico sostenido e inclusivo, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.

Como ya se ha mencionado, los efectos de las actividades bioeconómicas sobre las dimensiones de los ODS pueden ser positivos, contribuyendo a alcanzarlos, o negativos, ampliando las brechas que enfrenta el país para lograr un desarrollo sostenible. La transición justa proporciona un tejido conector que vincula diferentes ODS, particularmente los ambientales y el trabajo decente (ODS 8), ya que ese concepto se inserta en la idea de gestionar las políticas ambientales con justicia social. Por lo tanto, al examinar los efectos sobre el ODS 8, también se considera en el análisis el concepto de transición justa.

En las discusiones con los equipos de la OIT y el CIECTI se identificaron tres grandes áreas donde la bioeconomía debería producir efectos sociales en Argentina. Estos resultados tienen un fuerte componente de territorialidad, considerando que el país cuenta con un 8 % de población rural y sus habitantes se concentran en grandes aglomerados urbanos y en ciudades medianas y pequeñas. Estas áreas son las siguientes:

1. Cambio en la distribución territorial de la actividad económica, el empleo y la población (nueva ruralidad).
2. Creación de trabajo decente.
3. Reducción de la desigualdad (a partir de una distribución regional más equilibrada de la actividad y de unidades productivas de menor escala).

A continuación, se presentan tres casos de estudio de cadenas de valor o complejos productivos vinculados con la bioeconomía. Tres de ellos fueron elegidos por presentar una dimensión (empleo, productos, exportaciones) importante para la economía de Argentina (los complejos productivos y exportadores: sojero, del arroz y forestal-madera).

A) El complejo sojero

El complejo sojero de Argentina tiene una importancia elevada, no solo para la economía del país, sino también a nivel global. Hacia el año 2016, Argentina era el tercer mayor exportador de soja a nivel mundial, el primer exportador de harina y de aceite de soja, lo que da cuenta del aporte de este complejo a la seguridad alimentaria global

(Simoes e Hidalgo, 2016). En el mismo año, el complejo aportó el 24 % del total de ventas externas del país (es el principal complejo exportador) y aproximadamente el 6 % de los ingresos fiscales, poniendo en evidencia la importancia que tiene el sector para los equilibrios macroeconómicos del país (fiscal, de balanza comercial y de pagos).

Alrededor del 80 % del área cultivada en Argentina corresponde a la soja (ciclo 2016-17), unos 23 millones de hectáreas, y con una cosecha de unos 55 millones de toneladas. La elevada participación de la soja en el área cultivada del país ha llevado a que sea considerada un monocultivo. En términos ambientales, la producción de soja está vinculada a varios impactos que ejercen más presiones sobre los límites planetarios, entre ellos, la liberación de emisiones de gases de efecto invernadero (cambio climático y acidificación de los océanos), las interrupciones en los ciclos de nitrógeno y fósforo (flujos bioquímicos), la deforestación (cambio del sistema terrestre), las extracciones significativas de agua (uso de agua dulce), la contaminación química (nuevas entidades) y la degradación de los ecosistemas (integridad de la biodiversidad) (Gómez-Paredes y Monjeau, 2019).

La elevada participación de la soja en la superficie cultivada del país es el resultado de un proceso que tuvo lugar a lo largo de los últimos 30 años, combinando la expansión del área sembrada de soja con incrementos en la productividad. Las causas para esa expansión son múltiples, incluyendo cambios en los patrones del comercio internacional, incorporación de nuevas tecnologías y desarrollo de la “nueva agricultura”. La expansión se apoyó en tres pilares tecno-productivos: la siembra directa, la introducción de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) y el desarrollo exponencial de nuevas variedades de semillas de la mano de la biotecnología (proceso que se suele denominar “descomoditización”). En esta línea, un evento biotecnológico reciente es el desarrollo de semillas de soja resistentes a la sequía.¹¹

El crecimiento exponencial del cultivo de la soja comenzó en la década de los años noventa, con la consolidación de un nuevo paquete tecnológico, que incluyó ingeniería genética para la producción

de semillas resistentes a los pesticidas y nuevos agroquímicos. (Yapa, 1993, en Reboratti, 2010). La mayor preocupación por lograr una sustentabilidad ambiental integral de la producción es otro aspecto. Para eso se adoptaron prácticas de siembra directa (las semillas se siembran directamente sin remover el suelo), que reduce los costos de producción y preserva el suelo de la erosión; se avanzó hacia una “intensificación sustentable” o “agricultura limpia” a través del desarrollo, la introducción y la difusión de nuevas tecnologías principalmente digitales (agricultura de precisión), pero también satelitales, de monitoreo de procesos y rendimientos *on-line*; y criterios de gestión como las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Otra innovación fue el uso de “silo bolsas” para el almacenamiento de los granos en los campos.

Entre 1988 y 2002, en la región pampeana, la expansión de la soja se produjo (pasando de representar el 40 % al 80 % del área cultivada) a expensas de otras actividades productivas, particularmente la ganadería, las pasturas y los bosques nativos. Por su parte, en las provincias del norte del país, el avance de la soja reemplazó a cultivos industriales tradicionales (como el algodón en el Chaco o las legumbres en el norte) en una primera etapa, para luego incorporar nuevas tierras a expensas de la deforestación de bosques nativos, con los impactos ambientales negativos que esto implica. De manera paralela, se desarrolló una mejor infraestructura para apoyar la expansión productiva: nuevos puertos privados en el río Paraná, que hicieron posible el transporte de volúmenes crecientes de productos. En el norte del país, el desarrollo de infraestructura incluyó la red caminera. Las inversiones en maquinaria agrícola y la intensificación en el uso de agroquímicos completan el modelo.

Estos procesos, a su vez, generaron cambios organizacionales disruptivos que se reflejan en una transición desde modelos basados en empresas tradicionales, verticalmente integradas, hacia configuraciones de ecosistemas productivos descentralizados, donde predomina el uso en cascada de la biomasa. Esta cascada puede ser simple (de un paso), como en el caso de la generación de energía, o más compleja (de pasos múltiples),

11 Ver: <http://www.bioceres.com.ar>.

formando ciclos productivos que reemplazan a la economía lineal por modelos de “economía circular” (Lengyel, 2019).

La cadena oleaginosa de valor, y la de la soja en particular, abarca la producción de granos y su industrialización, de la que se obtienen los aceites crudos, las harinas proteicas –que son residuos de la industria aceitera–, los aceites refinados para el consumo doméstico y el biodiésel. Constituye unas de las cadenas de valor agroindustrial más importantes del país, cuyos productos se destinan tanto a satisfacer a otras cadenas de valor como las exportaciones.

De acuerdo con el Ministerio de Hacienda (2017b), la producción primaria de soja se encuentra altamente concentrada. El 6 % de los productores explica el 54 % de la producción, mientras que el 94 %, pequeños y medianos, aportan alrededor del 46 % de la cosecha total. La etapa industrial también se encuentra fuertemente concentrada. Si bien se registran 33 empresas aceiteras de granos oleaginosos que tienen 46 plantas procesadoras, 10 de ellas concentran el 84,8 % de la capacidad instalada de molienda. Las etapas de producción industrial, en general, se encuentran integradas y producen al mismo tiempo aceites, harinas y pélets de soja, y biodiésel.

La producción de biocombustibles, basados en la soja, se expandió notablemente a partir del 2006, como consecuencia del “Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentable de Biocombustibles”, que estableció incentivos fiscales para las empresas regionales de producción. Asimismo, el corte de biodiésel con nafta, para el mercado interno, que actualmente llega al 10 % con previsiones de crecimiento, constituyó un impulso adicional.

Según Epifanio y Ernst (2019), dados los costos de inversión de bienes capitales, las grandes empresas aceiteras han sido las que mayor acceso han logrado al nuevo segmento del mercado de biodiésel. En particular, han salido favorecidas aquellas empresas que tienen entrada a puertos fluviales y marinos (red mundial de exportación) y que se han identificado como generadoras de clústeres productivos (por ejemplo, en la provincia de Santa Fe). Dentro de un modelo de producción a gran escala, las pymes de biodiésel, que resultaron ser las principales generadoras de puestos de trabajo por cantidad de biodiésel producido, enfrentan grandes desafíos. Al encontrarse limitadas en el acceso al mercado de exportación, en la mayoría de los casos destinan su producción al mercado interno o al autoconsumo.

También es importante la producción y las exportaciones de glicerol y de glicerina refinada elaborados a partir de la soja con tecnología local. La glicerina es empleada en la industria farmacéutica, alimenticia, cosmética y química fina.

El empleo en el complejo sojero: Se estima que para 2017 el complejo sojero aportaba unos 203 000 puestos de trabajo, de los cuales 164 000 correspondían a la etapa primaria y 39 000 a la industria manufacturera. El complejo sojero se caracteriza por estar muy mecanizado, tanto en las etapas agrarias como industrial. Por lo tanto, prevalecen ocupaciones vinculadas con la operación de equipos: máquinas cosechadoras, sembradoras, pulverizadoras y equipos más o menos automatizados en las fases manufactureras. En la etapa agrícola de la cadena de valor, la intensidad laboral es menor que otros cultivos como el algodón o la caña de azúcar.

► Cuadro 6. El empleo en el complejo sojero, 2017

	Total actividades primarias	Total manufactura	Total cadena
Total trabajadores	164,1	39,3	203,3
	100 %	100 %	100 %
Asalariados registrados	33 %	48 %	36 %
Asalariados no registrados	27 %	27 %	27 %
Resto del empleo	27 %	16 %	25 %
Porcentaje de mujeres	7 %	14 %	8 %

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE), Cuenta de Generación de Ingresos (INDEC), Censo de Población 2010 y Encuesta Permanente de Hogares (EPH).

El avance del área sembrada de la soja, a expensas de otras actividades agrícolas o pecuarias, trajo aparejados cambios en la configuración del empleo. Por un lado, desplazó actividades que tenían una mayor intensidad laboral, pero esa posible pérdida de puestos fue compensada, por otro lado, por el aumento en el área sembrada, y de esta manera produjo una expansión en el empleo total, aunque con características diferentes: un sesgo hacia mayores niveles de calificación y menos empleo femenino. En 2017, el empleo en el complejo sojero se destacaba por una mayor tasa de asalariamiento y empleo formal y mayores ingresos promedio, respecto al resto de las actividades agropecuarias y manufactureras, respectivamente. Estos tres indicadores (asalariamiento, protección de la legislación laboral e inclusión al sistema de seguridad social, y mejores ingresos) dan cuenta de una mayor calidad en el empleo, en comparación con actividades similares. No obstante, como el resto de las actividades agrícolas, el sector presenta mucho trabajo informal y una baja participación de las mujeres en el empleo (menor en la soja que en actividades similares). En este sector, el trabajo infantil no es una práctica generalizada. Sin embargo, está documentado un episodio de los “niños banderilleros” en la provincia de Santa Fe, que trabajaban señalando a los aviones encargados de fumigar los campos de soja y, por lo tanto, también quedaban expuestos al contacto con agroquímicos.

Una característica del complejo de soja argentino es su distribución espacial. La producción primaria

de soja se distribuye por buena parte del territorio nacional, mientras que la producción industrial se concentra en la región pampeana. Tal vez lo que resulta más visible transitando las pequeñas ciudades sojeras es la revitalización que han tenido sus economías locales en las últimas décadas. Analizando los censos de población, se observa que durante la década de 1980 estas ciudades perdieron población y presentaron un proceso de migraciones desde estas pequeñas ciudades a los grandes aglomerados del país que se detuvo en las décadas siguientes, como respuesta a la mayor demanda de empleo directo e indirecto derivada de la expansión sojera. Además, en las regiones que fueron desmontadas, se han documentado casos de comunidades de pueblos originarios, particularmente wichis, que vivían según sus costumbres tradicionales en bosques nativos (terrenos fiscales o privados) y fueron desplazados o cercados por plantaciones sojeras.

La configuración del territorio, conformado por pequeñas ciudades asentadas en proximidad a las zonas de cultivo, y el manejo agrícola muchas veces inadecuado llevaron a que los trabajadores del sector y la población que habita en proximidades de las zonas de cultivo resulten expuestos a los agroquímicos y a los riesgos de contraer enfermedades asociadas a estos productos (Rossi, 2016).

El principal problema de los impactos en la salud es el uso de pesticidas. Dentro del modelo de intensificación hacia una agricultura industrial, la

soja es el principal factor responsable en el crecimiento del uso de agroquímicos (el 46 % del total de pesticidas utilizados por los agricultores). Dentro de estos agroquímicos, los herbicidas han sido los más importantes. El glifosato, una especie de herbicida que va de la mano de la introducción de la soja transgénica, es tóxico para la salud humana y ha sido prohibido o restringido su uso por esta razón en varios países del mundo.¹² Las regiones de producción de soja se caracterizan por tener comunidades cercanas, pero la inadecuación/falta de fiscalización de los marcos regulatorios sobre el uso de pesticidas ha permitido su aplicación cerca de las ciudades.

Como se ha mencionado, el complejo sojero de Argentina exporta una porción mayoritaria de su producción, lo que da cuenta de su importancia para la seguridad alimentaria a nivel global. No obstante, algunos autores destacan que, a nivel local, se redujo la disponibilidad y riqueza de alimentos para la población argentina (Pengue, 2004).

Efectos sobre los ODS sociales

El de la soja es el complejo exportador más importante de Argentina. Por su magnitud, es uno de los más estudiados y, como se extiende por una porción elevada del territorio nacional, ofrece una variedad de ejemplos para evaluar sus impactos en distintas dimensiones.

Respecto de la pobreza (ODS 1), como efecto positivo se puede mencionar que favorece el desarrollo local de pequeñas ciudades agrícolas, contribuyendo a la generación de ingresos y de esa manera reduce la pobreza. También, desde otra perspectiva, contribuye a la recaudación fiscal, que ha permitido en el pasado financiar numerosos programas sociales.

En relación con la seguridad alimentaria (ODS 2), contribuye a nivel global ya que es el principal exportador de soja, particularmente de harinas proteicas que se utilizan, a su vez, como alimento en la producción ganadera. No obstante, la prevalencia del monocultivo reduce la disponibilidad de una diversidad de alimentos (huertas y granjas) que proveían de alimentos frescos a nivel local.

Los efectos sobre la salud (ODS 3), como se mencionara, son negativos. El uso inadecuado de agroquímicos nocivos como el glifosato, a los que son expuestos los trabajadores y sus familias, produce diferentes efectos perniciosos sobre la salud.

No contribuye a la igualdad de género (ODS 5), ya que genera muy pocas oportunidades de inserción laboral para las mujeres.

Los efectos sobre el crecimiento y el empleo son mixtos (ODS 8). Promueve el crecimiento económico a nivel macro y a nivel local, creando numerosos empleos, aunque no todo el trabajo es decente.

Las evidencias muestran que, a partir del auge de la soja, muchas de las ciudades pequeñas y medianas próximas a las áreas de cultivo dejaron de perder población, e incluso, en algunas regiones, muestran un crecimiento demográfico mayor que los aglomerados urbanos principales. La creación de empleos directos, indirectos e inducidos, junto con el desarrollo de servicios urbanos, habría promovido el crecimiento de estas ciudades.

12 Ver: <https://www.digitalizados.com.co/2019/07/31/los-paises-que-le-han-dicho-no-al-glifosato/>.

► Cuadro 7. Efectos sociales del complejo de la soja

ODS sociales	Efectos positivos	Efectos negativos
(1) Pobreza. Meta 1.1. Erradicar la pobreza Meta 1.4. Acceso a recursos económicos (tierra) Meta 1.a. Recursos para erradicar la pobreza	Crea empleo. Genera el desarrollo local en pequeñas ciudades agrícolas. El aporte a la recaudación fiscal ayuda a financiar programas sociales.	Trabajadores pobres. Desplazamiento de pobladores originarios sin tenencia de la tierra, por el avance de la frontera agrícola.
(2) Hambre y seguridad alimentaria. Meta 2.1. Reducir el hambre Meta 2.5. Diversidad de semillas, cultivos y ganadería	A nivel global: contribuye produciendo alimentos que son principalmente demandados por el resto del mundo.	A nivel local: reduce la disponibilidad y diversidad de alimentos frescos (huertas y granjas) para la población argentina.
(3) Garantizar una vida sana Meta 3.9. Reducir muertes y enfermedades por químicos peligrosos		El manejo agrícola inadecuado pone en riesgo de exposición a agroquímicos a los trabajadores y a las poblaciones cercanas a las áreas de cultivo.
(5) Lograr la igualdad de género Meta 5.1. Terminar con todo tipo de discriminación		La inserción laboral de las mujeres es muy baja (10 %).
(7) Acceso a la energía sustentable Meta 7.2. Aumentar la participación de energías renovables	Produce biodiésel a partir del aceite de soja.	
(8) Promover el crecimiento económico sostenido e inclusivo, y trabajo decente para todos. Meta 8.1. Promover el crecimiento Meta 8.2. Promover la productividad Meta 8.5. Promover la creación de empleo	Crea unos 200 000 empleos directos, con un mayor porcentaje de empleos de calidad en comparación con otras actividades agrícolas.	No todo el trabajo es decente.

Fuente: Elaboración propia.

B) El complejo del arroz

El arroz es uno de los productos característicos de la región central. Para el año 2016, la producción se estimaba en alrededor de 1,4 millones de toneladas. En cuanto a la distribución, alrededor del 45 % se sembró en Corrientes, el 36 % en Entre Ríos, el 14 % en Santa Fe, el 3 % en Formosa y el restante 3 % en la provincia del Chaco (Ministerio de Hacienda, 2017a).

Argentina participa con tan solo el 1,3 % de las exportaciones mundiales de arroz (2014). El 65 % de la producción arrocería del país se destina a la exportación, mientras que el 35 % restante está consignado al consumo interno. Este último dato está ligado al relativamente bajo consumo anual de arroz de los argentinos, que incorporan a su dieta un promedio de 8,1 kg anuales, cifra que está por debajo de la media mundial, que oscila los 65 kg por persona.

A lo largo de la década de 1990, la producción arrocería argentina fue creciendo, pasando de las algo menos de 350 000 toneladas producidas en la campaña 1990-91, a las algo más de 1 658 000 toneladas obtenidas en 1998-99. En ese período, el sector adoptó nuevas tecnologías de manejo, incorporó maquinarias de última generación y desarrolló nuevas variedades de arroz con la utilización (como en el caso en Entre Ríos) de tecnologías de ingeniería genética mutagénica y no transgénica. El cambio tecnológico no se dio solo en la producción primaria del arroz, sino que también se experimentó en la molinería. La productividad del

cultivo experimentó un crecimiento notable, exponiendo los resultados de la adopción de nuevas y más modernas tecnologías y prácticas y una importante diversificación de variedades (que incluyen desde aquellas con propiedades específicas para distintas condiciones agronómicas como variedades especiales para nichos acotados de mercado, como se detallará más abajo).

En la actualidad, la cadena de valor del arroz es relativamente corta. La primera etapa, de producción agrícola, se encuentra segmentada, coexistiendo un sector muy concentrado en grandes empresas con otro de pequeños productores tradicionales. El riego, dadas las características naturales de este cereal, constituye un factor clave en el ciclo productivo, puesto que el terreno debe ser inundado en las primeras etapas de evolución de la planta. De ahí que, entonces, contar con agua y la energía necesaria para su movimiento determinó, en buena medida, la distribución territorial moderna del cultivo. En Argentina, una gran parte del riego se realiza a través de represas, lo que conlleva una gran cantidad de uso de energía que hace aumentar la producción de CO₂ y otras emisiones cuando esta no se produce con fuentes de energía renovable. El coste de la energía (electricidad, en muchos casos) supone un importante factor de competitividad del sector.

En la primera década del presente siglo se afianzó un modelo productivo de mayor escala, altamente tecnificado e innovador, encabezado por empresarios agrarios, quienes, además, invirtieron en la fase siguiente de la producción: la molinería. A la par, las producciones arroceras tradicionales –particularmente, en Entre Ríos–, generalmente asentadas en tierras con nutrientes deteriorados, y con escasa capitalización, comenzaron a perder importancia en el contexto sectorial. Como resultado de esa transformación, el número de productores arroceros se redujo, se incrementó el tamaño medio de las explotaciones y se produjo un pasaje de gran parte de los pequeños productores hacia otras actividades agropecuarias. En 2016, según datos de la Fundación Proarroz, había en actividad 450 productores, el 86 % de los cuales sembraba menos de 1 000 hectáreas, pero el 14 % restante generaba más de la mitad de la producción total. La productividad tuvo una mayor incidencia sobre la producción como consecuencia de la introducción de variedades

más productivas, en paralelo con la utilización de técnicas mejoradas de cultivo. En este sentido, la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) del INTA de Concepción del Uruguay introdujo una nueva variedad de arroz que comenzó a utilizarse en la campaña 2004-2005, denominada “Camba INTA-Proarroz”. La difusión de esta variedad contribuyó a mejorar la calidad del arroz argentino, posibilitó mejores precios y el acceso a mercados más exigentes. Esta variedad, junto con la variedad Puitá (también desarrollada por la misma EEA del INTA), son las más sembradas en Argentina y han alcanzado una fuerte penetración exportadora que cubre el 70 % del mercado de semillas en América Latina y está logrando una inserción incipiente en los países asiáticos.

En la etapa industrial, conformada por los molinos arroceros, se somete el arroz cáscara a un proceso de secado y descascarillado, para hacerlo comestible, produciendo arroz integral, también llamado arroz cargo o pardo. Luego se realiza un segundo descascarillado, para sacar el salvado y el germen, para de ahí pasar al momento en que se pule, tras lo cual se obtiene un arroz con aspecto blanco brillante. Los productores agrícolas más grandes están integrados verticalmente y poseen los molinos arroceros requeridos para procesar su producción y la de los pequeños productores, a quienes compran el arroz cáscara para acondicionar y exportar, o bien, para transformarlo en arroz integral o arroz blanco, según los casos, además de obtener los subproductos como el afrecho de arroz y el arroz partido.

A estas etapas de la cadena de valor tradicional del arroz, habría que sumar las actividades bioeconómicas nuevas que se presentan a continuación: producción de bioetanol de arroz y biomateriales para la industria de la construcción elaborados en base a las cáscaras de arroz.

Innovaciones en variedades (biotecnología): El cultivo del arroz se ha beneficiado en los últimos años con esfuerzos de biotecnología que lograron la incorporación de nuevas semillas. La innovación más importante, como se adelantara, fue introducida por los productores de arroz de Entre Ríos: la nueva variedad de arroz Camba. Hasta 1998, esta provincia producía una variedad de baja calidad y productividad, sobre todo para exportar al mercado brasileño. Debido a la devaluación de la

moneda brasileña en 1999, el sector perdió competitividad. Desde comienzos de los noventa, se comenzó a experimentar una nueva variedad de arroz (Camba) —desarrollada por el INTA/Fundación Proarroz— de mejor calidad y mayor productividad. Para acelerar el desarrollo y la difusión de este nuevo tipo de arroz, la fundación Proarroz organizó a los productores, quienes prestaron sus campos para realizar las experimentaciones necesarias con la nueva variedad, y completó el financiamiento del INTA (INTA-Concepción) (Crespi *et al.*, 2014; Lengyel, 2019).

En 2018 se obtuvieron cuatro cultivares con aptitud para elaborar *sushi* japonés y *risotto* italiano, entre otras comidas internacionales. Mediante un convenio de vinculación tecnológica, la empresa Dos Hermanos S.A. ya los comercializa en supermercados. El arroz libre de arsénico es una variedad que se encuentra en desarrollo. Surge como resultados de una investigación conjunta acerca de la concentración de metaloide de color gris y brillo metálico, que combinado con el oxígeno constituye un veneno. Debido a la química del arsénico y a la forma de cultivo, el arroz absorbe mayores cantidades que otros cereales. Si bien el arsénico del arroz generalmente se pierde con la cocción del grano, en algunas circunstancias su concentración, junto con dietas de mediano a alto consumo de arroz, podría llevar a una ingesta diaria de niveles no deseados, superiores a los recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Un aspecto clave de estos resultados es que, a partir de estas acciones, Argentina estaría en condiciones de producir arroces cuyos contenidos de arsénico no supongan un riesgo para la población en general y, en especial, para niños y lactantes.

Los investigadores valoran especialmente la conformación y el funcionamiento del grupo constituido por tres instituciones, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER), representada por la Facultad de Ciencias Agropecuarias, que abordan el tema en forma multidisciplinaria. Con herramientas de la biotecnología (edición genética), investigadores de una alianza entre la Universidad Nacional del Litoral (UNL), el CONICET y el gobierno de Santa Fe se proponen obtener arroz y alfalfa que enfrenten condiciones de salinidad y escasez de agua. Tanto el arroz como la alfalfa son de interés productivo para la provincia, especialmente para la región norte, donde las condiciones climáticas, con sequías e inundaciones, son más duras que en el centro y en el sur del territorio provincial.

Nuevas actividades bioeconómicas en la cadena de valor del arroz: Otro ejemplo de innovación con impronta bioeconómica en este sector es la integración productiva de los arrozales con la piscicultura de los pacúes, para producir sinergia entre las dos actividades. Es una alternativa al tradicional sistema de arroz sobre arroz, que aumenta la producción de alimentos y disminuye las labores y prácticas agrícolas. Esta práctica mejora la sostenibilidad ambiental y reduce el consumo de agroquímicos.

► Recuadro 1. El caso de la Arrocería San Carlos (Pacú Teko)

La Arrocería San Carlos, ubicada en la localidad chaqueña de La Leonesa, incorporó el método sustentable de explotación combinada y rotativa de la producción de pacú y arroz. Se puede describir el proceso productivo de rotación de pacú y arroz de la siguiente manera: una vez cosechado el arroz, se evalúa el rastrojo y se analiza la calidad del suelo; luego, el espacio es rellenado con agua (alrededor de 1,5 metros de profundidad) y poblado con juveniles de pacú para iniciar su proceso de engorde. El ciclo del pez es de un año y medio, hasta que alcanza 1-1,5 kg. Luego, se utiliza el campo para sembrar nuevamente arroz. Además, la empresa brinda más de 14 opciones en góndola con la marca "Pacú Teko".

Con este método se obtiene el beneficio medioambiental de no utilizar agroquímicos, algo extremadamente importante dado que se cultiva en zona de humedales. En cuanto al esquema de rotación, el cultivo de arroz ocupa el terreno durante alrededor de seis meses mientras que el de peces, dieciocho. Así, en un lapso de tres años hay dos cosechas de arroz y una de pacú. Una vez completado el proceso de engorde del pez, el suelo vuelve a estar listo para cultivar el grano pregerminado, debido a que los peces aportan abono natural y sirven como control de plagas natural para la cosecha de arroz.

Fuente: OIT (2017).

Además, la cáscara de arroz se utiliza como biocombustible para la producción de energía térmica o eléctrica.

Adicionalmente, si bien ya está en el mercado, la producción de madera sintética con cáscara de arroz se encuentra en una fase inicial de su desarrollo. Forma parte de una tendencia que utiliza cáscara de arroz para producir materiales de construcción, en mezclas con cemento para formar un nuevo tipo de hormigón que resulta más liviano y con una mayor aislación térmica, y el consiguiente ahorro de energía, como se explicita en el siguiente recuadro.

► **Recuadro 2. Madera biosintética con cáscaras de arroz**

Ewar es una empresa argentina que ha desarrollado un nuevo tipo de madera, la biosintética, compuesta de plásticos reciclados y cáscara de arroz. Este material tiene un aspecto similar a la madera tradicional, pero presenta una gran ventaja: tiene una durabilidad de 300 años.

Esta nueva tecnología evita que las industrias desechen productos plásticos que tardan más de 300 años en degradarse y evita la tala de árboles autóctonos que demoran más de 100 en desarrollarse. Además, al ser reciclable, no genera residuos sólidos, gaseosos ni líquidos. La madera biosintética se puede usar para fabricar decks, palés, muebles de jardín o tejuelas, entre otras posibilidades.

Fuente: <https://ruralnet.com.ar/se-compone-hoy-la-estructura-industrial-la-molineria-arroz-argentina/>

El empleo: Como ocurrió con la soja, la incorporación de un nuevo paquete tecnológico a la producción primaria del arroz (mecanización, siembra directa, cosecha a granel) que tuvo lugar en las últimas décadas llevó a una menor intensidad de uso del factor trabajo en este cultivo. La incorporación de la cosecha mecánica redujo de manera sustancial los requerimientos de mano de obra estacional. La incorporación de la cosecha a granel, de siembra con labranza mínima y de equipos con mayor capacidad complementó este proceso. En relación con los demás cereales, el arroz es el más intensivo en el uso de mano de obra por unidad de superficie. Se estima que los requerimientos medios de mano de obra para el cultivo, sin embargo, dada la heterogeneidad agroecológica y social que se presenta en relación con los distintos sistemas de producción, difiere según el nivel tecnológico predominante en el proceso de producción. Las empresas de nivel tecnológico alto tienen relativamente poca cantidad de personal permanente y tercerizan la realización de la mayor parte de las tareas. Los niveles tecnológicos bajo y medio recurren a la contratación temporaria.

En 2017 el empleo en la cadena de valor del arroz, sin contar las etapas de comercialización, alcanzaba los 16 000 puestos de trabajo. De ellos, el 46 % correspondió a actividades primarias mientras que el 54 % restante era empleo industrial. Solamente alrededor del 28 % de este empleo eran asalariados registrados en el sistema de seguridad social (8 puntos menos que en la cadena de la soja). Esta baja participación del empleo asalariado registrado da cuenta del proceso descrito: un sector con mayor incorporación de tecnología que es menos trabajo intensivo, pero al ser más productivo puede crear trabajo decente, que convive con otro sector de pequeños productores donde predomina la informalidad laboral. La incorporación de mujeres es baja, tanto en las etapas primarias como en las manufactureras. El sector emplea trabajo infantil, tal como lo indica el Mapa Rural del Trabajo Infantil, del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social (2011).

► Cuadro 8. El empleo en el complejo del arroz, 2017

	Actividades primarias	Actividades manufactureras	Total cadena
Total trabajadores	7 579	8 587	16 166
	100 %	100 %	100 %
Asalariados registrados	26 %	29 %	28 %
Resto del empleo	74 %	71 %	72 %
Porcentaje de mujeres	5 %	7 %	6 %

Fuente: Elaboración propia sobre la base de OEDE, Cuenta de Generación de Ingresos (INDEC), Censo de Población 2010 y EPH.

La producción de arroz puede ocasionar varios problemas a la salud. Por un lado, el uso intensivo de agua (se cultiva en campos inundados) facilita la transmisión de fertilizantes y pesticidas a otras fuentes de agua, entre ellas, las que son de consumo humano. Por otro lado, una parte importante de las cascarillas que quedan como desecho de los molinos arroceros todavía es quemada. Esas cenizas son transportadas por el aire causando enfermedades respiratorias a las poblaciones vecinas a los lugares de producción.

Ambos efectos negativos pueden mejorar con las nuevas prácticas bioeconómicas. Por un lado, la producción de piscicultura integrada al arroz reduce el uso de fertilizantes y pesticidas (los peces comen las plagas del arroz a la vez que fertilizan el agua). Por otro lado, el uso de las cascarillas, ya sea para la producción de materiales de construcción o de energía, reduce los residuos que se incineran, disminuyendo la contaminación del aire por la quema y sus impactos en la salud de la población.

Efectos sociales de este complejo productivo

El desarrollo del complejo arrocero contribuye a reducir la pobreza (ODS 1), porque crea empleos a nivel local, aunque en una proporción elevada son empleos informales consistentes con la existencia de trabajadores pobres.

También contribuye de manera importante a la seguridad alimentaria (ODS 2) y produce un excedente de alimentos que se exportan en más de un 60 %. Las nuevas variedades de semillas, adaptadas a otros gustos, al cambio climático y a

las características agronómicas idiosincráticas en distintos contextos, prometen mejorar aún más la productividad del cultivo. La estrategia de vincular la piscicultura con el cultivo de arroz también aumenta la producción de pescado que se orienta principalmente al mercado local.

En términos de la salud (ODS 3), las prácticas bioeconómicas que utilizan los residuos de cáscara del arroz (que de otra manera se queman) y que disminuyen el uso de agroquímicos combinando la producción de arroz con pacú tienen efectos positivos sobre la salud de la población. La quema de cáscaras de arroz contamina el aire y ocasiona enfermedades respiratorias.

La equidad de género (ODS 5) no mejora en el complejo del arroz, pues las oportunidades laborales para las mujeres son muy acotadas.

La bioeconomía en el complejo del arroz contribuye al crecimiento local y al empleo (ODS 8). Las nuevas variedades y las prácticas más productivas mejoran la posición competitiva del sector y sus posibilidades de crear trabajo decente. No obstante, en el sector existe un segmento importante de productores más precarios, donde el trabajo presenta muchos déficits de calidad (informalidad, ausencia de seguridad social, salarios bajos). Incluso este es un sector que ha sido señalado en el mapa rural del trabajo infantil. En el siguiente cuadro se sintetizan las principales externalidades sociales que genera la producción de arroz, contemplando las positivas y las negativas, y asociándolas a los respectivos ODS.

► Cuadro 9. Efectos sociales del complejo del arroz

ODS sociales	Efectos positivos	Efectos negativos
(1) Pobreza Meta 1.1. Erradicar la pobreza	Estimula el desarrollo económico local.	Pobres rurales.
(2) Hambre y seguridad alimentaria Meta 2.1. Reducir el hambre Meta 2.5. Diversidad de semillas, cultivos y ganadería	La producción de arroz no solo se destina al mercado argentino, sino que también contribuye a la seguridad alimentaria mundial. La producción de pescado.	La producción intensiva de arroz en las zonas de producción reduce la variabilidad en la producción de otros alimentos, lo que puede tener impactos negativos en la seguridad alimentaria local.
(3) Garantizar una vida sana Meta 3.9. reducir muertes y enfermedades por químicos peligrosos	Se utilizan las cascarillas del arroz para otros procesos (energía y materiales de construcción). La integración del cultivo del arroz con la piscicultura evita la contaminación del agua.	Parte de las cascarillas, que son residuos, se queman. Esto produce enfermedades respiratorias. El agua utilizada para la producción del arroz queda contaminada por el uso de productos químicos.
(5) Lograr la igualdad de género Meta 5.1. Terminar con todo tipo de discriminación		Es muy baja la participación de las mujeres en el empleo.
(7) Acceso a la energía sustentable Meta 7.2. Aumentar la participación de energías renovables	Se producen energías renovables con las cáscaras de arroz.	
(8) Promover el crecimiento económico sostenido e inclusivo, y trabajo decente para todos Meta 8.1. Promover el crecimiento Meta 8.2. Promover la productividad Meta 8.5. Promover la creación de empleo	Crea valor agregado a nivel local, gracias a la aplicación de innovaciones. Crea trabajo decente.	No todo el trabajo que se crea es trabajo decente. Hay antecedentes de trabajo infantil en esta cadena de valor.

Fuente: Elaboración propia.

C) El complejo forestal

En 2016 las actividades de silvicultura, extracción de madera y servicios conexos aportaron el 0,2 % del PIB total y alrededor del 2 % del PIB del sector agropecuario. Esas cifras no consideran las etapas industriales (producción de madera y muebles). Argentina posee un patrimonio de 1,2 millones de hectáreas de plantaciones forestales y 50 millones de hectáreas de bosques nativos¹³, reconocidos en los ordenamientos provinciales que se desprenden de la Ley 26.331 (SAyDS, 2015).

Los bosques tienen una gran importancia desde una perspectiva ambiental, principalmente por la captura de carbono, su función como reguladores de las cuencas hídricas y la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, estos servicios no tienen aún una adecuada valoración económica (más allá del turismo por naturaleza que se da en las cercanías de los parques nacionales), por lo que no se los considera al momento de evaluar otras actividades económicas que entran en conflicto, como el uso del suelo para las urbanizaciones y el avance de la frontera agrícola o la explotación comercial de los recursos de la madera.

¹³ La cifra no considera a la Provincia de Buenos Aires, que aún no tiene aprobado su Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos según lo dispone la Ley 26.331.

En efecto, en las últimas décadas se ha producido un fuerte proceso de desmonte o de pérdida de bosques nativos y cultivados. En 2006 el número de hectáreas por año deforestadas superó las 360 000. Durante ese año se sancionó la Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos. Así, el ritmo de deforestación tendió a desacelerarse como resultado de la aplicación de la ley y de otros componentes del régimen fiscal. Entre 2011 y 2014, la superficie deforestada se redujo a cerca de 200 000 hectáreas por año, mejorando el balance de emisiones de gases de efecto invernadero (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2017). Constituye un desafío avanzar en actividades bioeconómicas que utilicen los recursos forestales de manera sustentable, sin comprometer las dimensiones ambientales y sociales del desarrollo.

La cadena foresto-industrial de Argentina incluye actividades primarias (silvicultura y actividades extractivas), industriales —constituidas, principalmente, por la transformación física, química y térmica de la madera (en el caso de los bosques nativos)— y también los servicios relacionados con la comercialización y el transporte de sus productos.

La etapa primaria, en el caso del uso de bosques nativos, implica la extracción de rollos, rollizos y leña. En el caso de los bosques implantados (especies exóticas de rápido crecimiento como el pino y el eucalipto), la actividad es justamente el cultivo de los bosques para la extracción de madera de uso industrial.

La transformación industrial está conformada por la producción de madera, papel y bioenergía (a partir de los residuos –aserrín, viruta, restos de la poda, etc., de esta etapa). En los aserraderos se obtiene madera aserrada, chips, corteza y aserrín, cuyo destino principal es la industria de manufactura de la madera, la construcción y el mueble. Las astillas o chips que surgen de estos procesos se destinan a la producción de tableros reconstituídos, pasta celulósica y generación de energía. La corteza y el aserrín se utilizan para producir energía que, habitualmente, se aplica durante el proceso de secado de la madera. De la transformación química de la madera triturable se obtiene pasta celulósica, que en una segunda transformación se convierte en papel. Luego de un proceso

bioenergético, los residuos de la madera se convierten en energía, ya sea como carbón vegetal o en el uso de plantas de bioenergía.

El uso integral de la madera contribuye a que la actividad forestal sea ambiental y económicamente sostenible. Este concepto ha sido aplicado históricamente a los productos tradicionales, es decir, los troncos de tamaño importante se transportan a los aserraderos, mientras que los raleos (árboles de corta edad y pequeño diámetro que deben cortarse para que los otros crezcan) se destinan a la producción de pulpa celulósica, tableros, bioenergía, etcétera. Es necesario seguir investigando para optimizar los procesos de producción y lograr competir con los productos y materiales derivados del petróleo, tales como bioplásticos o insumos para la producción de alimentos funcionales y nutraceuticos. Estos nuevos desarrollos potenciales se inscriben en los principios de la “economía circular”.

Biorrefinería forestal: El concepto de industria integrada puede definirse como el uso eficiente del potencial total de la materia prima y los procesos del sector forestal, para conferir valor añadido a sus productos y residuos, por cooperación dentro y entre las cadenas de valor. Este concepto involucra el logro de una producción forestal sostenible, aprovechando la totalidad del árbol y de los residuos, para generar, además de los productos tradicionales, una gama de productos químicos de alto valor agregado a partir del mismo recurso. La biorrefinería genera mayor valor a la materia prima del sector forestal en tanto que los procesos de fraccionamiento y conversión empleados en la biorrefinería permiten separar los diferentes componentes de la biomasa (celulosa, hemicelulosas, lignina y extractivos) de manera que pueda ser aprovechada integralmente. Algunos de estos bioproductos y biomateriales pueden fabricarse en biorrefinerías de pequeña escala y multiproducto, menos intensivas en capital, con menor costo de transporte, procesos más sencillos que las de gran tamaño y un fuerte sesgo al procesamiento en origen. Debido a su pequeña escala y mayor valor de los productos, ocupan más mano de obra y pueden situarse en zonas rurales, cerca de la fuente de materia prima. Además, el aprovechamiento de todos los componentes químicos de la madera disminuye la carga contaminante de los efluentes. En este sentido, Argentina se encuentra

bastante rezagada en materia de agregación de valor a los insumos forestales, resinas y demás químicos que pueden producirse a partir de ese insumo, incluso bioplásticos y *jet fuel* (combustible de aviones), por lo que el sector constituye una ventana de oportunidad para el impulso de las actividades bioeconómicas.

La generación de energía de base forestal:

La generación de energía completa el aprovechamiento integral de la madera, ya que utiliza como insumo los residuos que producen los procesos productivos tanto primarios como manufactureros. La biomasa forestal es producto de podas y raleos de árboles (trozos finos no aptos para aserradero), así como del residuo de los aserraderos y otras industrias forestales, que se puede utilizar para generar energía térmica y eléctrica. El material triturado representa gran parte del rollo de madera. Del total de la cadena maderera nacional, el 37 % de los residuos se vende a otras empresas, el 36 % se utiliza para autoconsumo (en general, para generar energía) y el 27 % se quema sin ningún aprovechamiento económico (Ladrón González y Maslatón, 2017), con el consiguiente impacto negativo en materia ambiental.

La provincia de Misiones, que concentra una parte sustantiva de la actividad forestal y también de la producción de madera, se encuentra a la vanguardia en la producción de energía (térmica y eléctrica) basada en la biomasa forestal. Según el Ministerio de Industria de la Provincia de Misiones, en 2016 existían 207 empresas con proyectos de generación de energía a partir de biomasa. Esta energía se utiliza principalmente para autoconsumo, aunque ya se observan casos en los que se inyectan excedentes a la red eléctrica mayorista. Estas empresas generan, en conjunto, unos 3 000 puestos de trabajo.

Un estudio de PROBIOMASA (2019) caracteriza ese universo de la siguiente manera. (i) Empresas que producen energía eléctrica con biomasa forestal. Estos proyectos son los correspondientes a empresas muy grandes, como Arauco Argentina (Planta de Celulosa) – Puerto Esperanza, Arauco Argentina (Aserradero y Planta de MDF) – Puerto Piray, Pindo S. A. – Puerto Esperanza, Papel Misionero – Puerto Mineral, Establecimiento Don Guillermo – Eldorado. (ii) Aserraderos e industrias forestales que aprovechan los residuos de la madera para generar energía térmica y vapor que utilizan en el proceso de secado de la madera. (iii) Secaderos de yerba Mate y té que utilizan biomasa forestal para producir energía térmica que se usan en los procesos de secado de sus materias primas. (iv) Almidoneras, que están comenzando a generar energía mediante la utilización de biodigestores instalados en las plantas de tratamiento de efluentes y residuos.

La producción de bioenergía en Misiones se caracteriza por estar casi totalmente integrada en las principales cadenas productivas locales mediante la provisión del insumo energético necesario para los procesos productivos de la madera, yerba mate, celulosa y té, entre otros.

Empresas productoras de pélets: En 2018 Argentina contaba con siete empresas productoras de pélets de madera. Las empresas que han optado por el uso de calderas en base a pélets o chips indican una reducción del costo de energía entre el 20 % y el 35 % al reemplazar gas licuado de petróleo o fueloil. Según la Asociación Forestal Argentina (AFoA), si se utilizara el total de la capacidad instalada actualmente en la producción de pélets, se podrían generar 180 megavatios de origen térmico, lo que reduciría el uso de electricidad, gas y otros combustibles fósiles que se utilizan en el presente. El aporte a la generación de energía térmica en base a chips es aún mayor.

► **Recuadro 3. Corcovado. Plan piloto de estufas a pélets**

La Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, en trabajo conjunto con el Ministerio de la Familia y Promoción Social, el municipio de Corcovado (Chubut) y el CIEFAP (Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico), puso en marcha las estufas alimentadas a pélets, en el marco de un proyecto destinado a la apropiación y el uso de biocombustible a base de residuo forestal. Esta experiencia producirá información útil que servirá para orientar futuras políticas de desarrollo en materia de generación de energía térmica no convencional para hogares aislados.

Los pélets de madera son fabricados a partir de residuos forestales y de aserradero, en un proceso simple que muele y compacta el material. Su producción puede dar un importante impulso a la industria forestal y es una gran oportunidad para el desarrollo de energías renovables que requieren mano de obra local.

Hay una elevada proporción de la energía que se utiliza en la región andino-patagónica que está destinada a calefacción de los hogares. En zonas urbanas y rurales, la biomasa en formato leña es utilizada para satisfacer en parte la necesidad térmica de múltiples usuarios, con sistemas de combustión simples pero ineficientes. El pélet, por sus características, permite cuadruplicar la energía útil que se obtiene por kilogramo de biomasa frente a la leña y mejora considerablemente el confort de los usuarios.

Fuente: CIEFAP.

El empleo: Las condiciones laborales en el sector forestal son una preocupación a nivel global. Según la OIT (1998), existen tendencias desalentadoras relacionadas con los accidentes, las enfermedades profesionales y la temprana edad de jubilación entre trabajadores forestales.

Argentina no escapa a esta generalidad. El panorama de elevada informalidad y baja seguridad laboral (con una alta incidencia de enfermedades y accidentes laborales) es un problema estructural, que aún persiste. Sin embargo, durante la última década, la calidad del empleo en este sector ha mejorado como resultado de dos políticas implementadas: (i) el convenio de corresponsabilidad gremial para el sector forestal, que entró en vigencia en 2010 y se orienta a facilitar la formalización de estos trabajadores, y (ii) la certificación de competencias, que busca mejorar el desarrollo de competencias laborales en los trabajadores y su capacitación laboral.

En el año 2017 se estima que el complejo creaba unos 160 000 puestos de trabajo. Un 47 % de esos puestos se generaban en la etapa de producción forestal y un 53 % en las etapas manufactureras (que incluyen la producción de madera, muebles, pulpa de papel, cartón y productos de papel). La informalidad laboral es un problema grave en este sector, donde solo el 11 % del empleo es asalariado registrado, mientras que el 89 % corresponde a otras modalidades laborales menos protegidas (trabajadores por cuenta propia, asalariados informales o trabajo familiar). La presencia de mujeres en este empleo es muy acotada: llega al 4 % del total.

En las etapas manufactureras, la calidad del empleo mejora (un 54 % son asalariados registrados), en particular en las industrias que tienen mayor productividad. La participación de mujeres continúa siendo escasa, ya que solo alcanza al 10 % del empleo total. Las etapas industriales de la cadena combinan sectores intensivos en trabajo con otros intensivos en capital y tecnología. En el primer caso, se encuentran ramas como la fabricación de muebles, donde la producción es mano de obra intensiva, mientras que entre las actividades basadas en fuertes inversiones en capital fijo es posible identificar fábricas como las de pasta celulósica y de tableros reconstituidos.

► Cuadro 10. El empleo en el complejo forestal y de la madera, 2017

	Total actividades primarias	Total manufactura	Total cadena
Total trabajadores	76 158	84 703	160 861
	100 %	100 %	100 %
Asalariados registrados	11 %	54 %	34 %
Resto del empleo	89 %	46 %	66 %
Porcentaje de mujeres	4 %	10 %	7 %

Fuente: Elaboración propia sobre la base de OEDE, Cuenta de Generación de Ingresos (INDEC), Censo de Población 2010 y EPH.

Como se ha mencionado, en un estudio realizado para la provincia de Misiones (PROBIOMASA, 2019), muestra que en esta provincia existen 207 empresas que producen energía (eléctrica y/o térmica) con biomasa, empleando en total a 3 516 personas. El 86 % de las personas ocupadas en las empresas dedicadas a bioenergía son empleados de dichas empresas, mientras que el solo el 14 % restante se refiere a empleos tercerizados. El estudio destaca que la calidad de empleo en el sector de la bioenergía es mejor que el promedio de todo el empleo de la provincia de Misiones. La única clara excepción es la dimensión de equidad de género, ya que del relevamiento realizado surge que tan solo el 3 % de los empleos generados en el sector de la bioenergía están ocupados por mujeres, mientras que en el total provincial ellas explican el 37,8 % del mercado laboral.

Efectos sociales de este complejo productivo

Los efectos sobre las dimensiones sociales del desarrollo sostenible que produce el complejo foresto-industrial son mixtos. Si bien contribuyen a reducir la pobreza al estimular el desarrollo local y crear empleos, y además generan soluciones que mejoran la calidad de vida de los hogares (como la calefacción con pélets en regiones aisladas de la Patagonia), también son consistentes con una elevada pobreza rural, vinculada con las malas condiciones laborales que prevalecen en la etapa primaria y la consiguiente distribución fuertemente concentrada de los retornos económicos de la actividad.

El sector produce impactos negativos sobre la salud de la población debido a que un 25 % de los residuos que genera actualmente se queman, lo que ocasiona problemas respiratorios a través de la contaminación del aire. No obstante, los proyectos más modernos de bioeconomía contribuyen a mejorar esta dimensión. El aprovechamiento de los residuos para producir bioenergía disminuye la quema, mientras que la producción de pélets para generar energía térmica contribuye a mejorar las condiciones de vida y la salud de la población en el invierno.

En el marco de estas tendencias, en términos de equidad de género el sector muestra efectos negativos, ya que produce oportunidades laborales muy limitadas para las mujeres.

La dimensión de crecimiento económico y creación de trabajo decente es la que muestra mayores efectos positivos con eje en la promoción de procesos de desarrollo local. También mejora la disponibilidad de fuentes de energía en regiones más aisladas donde no resulta fácil acceder a otras fuentes. Crea numerosos empleos, aunque no todo es trabajo decente.

Desde la perspectiva territorial, se destaca que una parte sustantiva de la cadena se desarrolla en zonas rurales o en ciudades pequeñas y medianas del interior del país. En la medida en que aumente la competitividad de esas actividades, se promoverán procesos de desarrollo local.

► Cuadro 11. Efectos sociales del complejo productivo foresto-industrial

ODS sociales	Efectos positivos	Efectos negativos
(1) Pobreza Meta 1.1. Erradicar la pobreza	Crea empleo y estimula el desarrollo local. Produce combustible que sirve para calefaccionar los hogares y mejorar las condiciones de vida.	Pobreza rural. Elevados índices de informalidad en el empleo de las actividades forestales.
(3) Garantizar una vida sana Meta 3.9. Reducir muertes y enfermedades por químicos peligrosos en el aire	Reduce las quemadas de residuos.	Un 25 % de los residuos de esta cadena se queman, lo que ocasiona problemas respiratorios a la sociedad.
(5) Lograr la igualdad de género Meta 5.1. Terminar con todo tipo de discriminación	Facilita el trabajo doméstico de las mujeres que actualmente se ocupan de preparar alimentos y calefaccionar los hogares.	El empleo es mayoritariamente masculino.
(7) Acceso a la energía sustentable Meta 7.2. Aumentar la participación de energías renovables	Mejora la calefacción de los hogares. Las prácticas bioeconómicas que reducen la quema pueden disminuir los impactos negativos sobre la salud.	
(8) Promover el crecimiento económico sostenido e inclusivo, y trabajo decente para todos Meta 8.1. Promover el crecimiento Meta 8.2. Promover la productividad Meta 8.5. Promover la creación de empleo	Promueve el crecimiento económico, agregando valor, a través del aprovechamiento integral del recurso. Crea empleo. Mejora la disponibilidad de energía en algunas regiones.	No todo el empleo es trabajo decente: elevada informalidad y trabajos riesgosos.

Fuente: Elaboración propia.

► 4. Conclusiones

En este documento se analizaron tres complejos productivos donde la bioeconomía ha sido un factor dinamizador y tiene un potencial considerable para generar externalidades económicas, sociales y ambientales adicionales.

La selección de casos incluye el principal complejo exportador del país (el de la soja), que presenta prácticas bioeconómicas importantes en varias etapas, por ejemplo, en la producción de semillas transgénicas que aumentaron la productividad del cultivo y en la producción de harinas proteicas, aceites, biocombustibles (biodiésel), glicerina y glicerol. También en un sector agroindustrial tradicional, como el del arroz, se observan prácticas bioeconómicas en la producción de distintas variedades de semillas para adecuarse a preferencias de la demanda, al cambio climático y a las particularidades agronómicas; el aprovechamiento de residuos industriales, como la cáscara del arroz para producir materiales de construcción y biocombustibles; y la alternancia de piscicultura con el cultivo, que no solo mejora la rentabilidad de las explotaciones, sino que también reduce el uso de agroquímicos y su consecuente traslado al agua. El complejo forestal-industrial es otro sector tradicional con una magnitud importante en términos de aportes al empleo y al PIB. En este sector se analizaron dos prácticas bioeconómicas: la producción de bioenergía forestal en empresas industriales, principalmente para autoconsumo, y la producción de pélets para calefaccionar hogares, como un ejemplo de innovación social.

Estos casos muestran que la bioeconomía ofrece oportunidades para mejorar las dimensiones sociales del desarrollo; no obstante, los resultados no son homogéneos. El complejo mosaico

que presenta la bioeconomía en el país también muestra variantes según la forma como se desarrollan los procesos productivos. Por ejemplo, son diferentes los efectos de las actividades que requieren del cultivo de grandes cantidades de biomasa de aquellas actividades que aprovechan residuos de otros procesos. También se observan diferencias en las que se derivan de innovaciones de productos o procesos, de las innovaciones sociales (la producción de pélets) o la producción de bioenergía (forestal o biodiésel).

El análisis también mostró que los beneficios sociales de esta actividad no son automáticos, ya que malas implementaciones también pueden producir efectos negativos sobre dimensiones como la salud, la seguridad alimentaria a nivel local o la creación de empleo precario consistente con situaciones de pobreza. Los procesos de concentración económica también deben atemperarse, promoviendo instancias de desarrollo local inclusivo que tiendan a crear entramados productivos donde participen pequeñas y medianas empresas, en particular en las etapas manufactureras. Es importante destacar la importancia de las regulaciones y de políticas públicas (laborales, ambientales y productivas), que permitan aprovechar las oportunidades que ofrece la bioeconomía generando incentivos para promover instancias de desarrollo sustentable e inclusivo.

En términos generales, en los casos analizados se observó que la bioeconomía contribuye a reducir la pobreza (ODS 1), creando empleo y también soluciones que mejoran la calidad de vida de las personas. La mayor disponibilidad (y seguridad de un servicio continuo) de energía en los hogares, pero también otras

experiencias, muestran el potencial para mejorar la calidad del agua y de las viviendas sociales, por ejemplo. No obstante, también se ha observado que las actividades que requieren el cultivo de grandes cantidades de biomasa agraria o forestal son compatibles con situaciones de trabajadores informales y pobres, por ende, con la necesidad de una política laboral activa que contribuya a mejorar y formalizar estas formas de trabajo. También con poblaciones originarias desplazadas de la tierra, como consecuencia del avance de la frontera agrícola. La seguridad alimentaria (ODS 2) es otra dimensión donde se observan importantes impactos sociales. El desarrollo de nuevas variedades de semillas que mejoran la productividad de los cultivos contribuye a la seguridad alimentaria mundial, en particular considerando que Argentina es un importante exportador de alimentos. Sin embargo, la reducción de los campos que se utilizaban para la producción de una variedad de alimentos que se consumían a nivel local (huertas y granjas) afecta negativamente las dietas de las personas.

La salud (ODS 3) se beneficia notablemente con el uso bioeconómico de residuos que se abandonan en los campos y producen plagas como vectores de enfermedades, o que se queman y contaminan el aire, lo que ocasiona enfermedades respiratorias a la población. No obstante, cuando la bioeconomía se apoya sobre producciones agrícolas que realizan un uso intensivo de agroquímicos, como el glifosato en el caso de la soja RR (incluso, muchas veces en condiciones de mal manejo), afectan negativamente a las poblaciones que habitan en las proximidades de las áreas productivas. Sin embargo, el desarrollo de biofertilizantes y biopesticidas es precisamente una ventana de oportunidad en este sentido, por supuesto considerando que esto implica avances en la aplicación de nuevas tecnologías y procesos fundamentalmente de tipo biológico que requieren, por una parte, inversiones en infraestructura y equipamiento no menores, y, por otra parte, la articulación de conocimientos hoy dispersos pero existentes. Esto abona la relevancia del desarrollo de programas/proyectos que incluyan esquemas asociativos público-privados y la conformación de redes de valor con un fuerte anclaje territorial.¹⁴

La igualdad de género (ODS 5) no es una dimensión donde los ejemplos analizados en este documento muestren que la bioeconomía realiza un aporte importante. La selección de complejos con una elevada participación de actividades agrícolas, mecanizadas, donde las mujeres en Argentina tradicionalmente tienen una baja participación, posiblemente explique estos resultados. No obstante, las actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), necesarias para el desarrollo de la bioeconomía, brindan oportunidades de trabajo calificado para las mujeres, como, por ejemplo, en el sector farmacéutico (Brown, 2019).

Las actividades de bioeconomía analizadas contribuyen fuertemente a mejorar el acceso a energías renovables (ODS 7), ya sea incrementando la participación de combustibles basados en recursos naturales renovables en la matriz energética del país, principalmente orientada al transporte (biodiésel), pero también a las actividades productivas (energía térmica sobre la base de desechos de madera, y etanol de la cáscara de arroz), como a la mejora del acceso de la población a energías más baratas y eficientes (pélets de madera).

Los casos analizados muestran cómo la bioeconomía contribuye al crecimiento económico y a la creación de trabajo decente (ODS 8). La incorporación de innovaciones mejora la posición competitiva de las cadenas de valor. La producción de nuevas variedades de semillas que optimizan la productividad, el uso de residuos forestales para producir biocombustibles y los biocombustibles basados en la soja que mejoran la seguridad energética del país son algunos ejemplos. El mayor crecimiento de los sectores traccionados por innovaciones biotecnológicas crea empleos. Muchas veces con intensidades laborales menores, pero con mejores condiciones laborales.

El desarrollo de actividades más productivas y competitivas permite mejorar las condiciones del empleo (salarios, formalización, otros beneficios). También la incorporación de mejores tecnologías, no solamente de base biológica, sino también tecnologías de información y comunicaciones, equipos más modernos que reduzcan las actividades con mayor riesgo laboral, entre otras,

14 Ver: <https://inta.gob.ar/documentos/desarrollo-de-un-biofertilizante-para-la-produccion-sustentable>

permiten mejorar la calidad del empleo. Un caso interesante es la agricultura de precisión, que permite calibrar mejor el uso de agroquímicos, disminuyendo el riesgo de exposición de los trabajadores a productos tóxicos.

La incorporación de tecnologías, que tiende a mejorar las condiciones laborales de esos sectores, puede requerir cambios en los perfiles de los trabajadores, mayores niveles de calificación o calificaciones diferentes. En el caso de la agricultura de precisión, por ejemplo, deben aprender a usar equipos más complejos y más caros. En el caso de la integración de cultivos a la piscicultura, los nuevos requerimientos de calificación tienen que ver con conocimientos específicos que se incorporan en el trabajo. En los casos en los que se requieren cambios en los perfiles, son necesarias acciones de capacitación a los trabajadores. La creación de empleos se produce en ciudades pequeñas y medianas próximas a las áreas de producción de la biomasa. Particularmente porque no es costoeficiente transportar la biomasa sin procesar a centros urbanos importantes, las etapas de transformación se localizan en lugares alejados de los centros urbanos. A su vez, la mayor actividad económica también creó empleos indirectos en actividades de servicios de apoyo (reparaciones de equipos, comercio). El mayor gasto de esos trabajadores, que se realizaba a nivel local, dio lugar a un mayor desarrollo de la oferta de servicios de todo tipo y como resultado a una suerte de *boom* local. Las actividades basadas en grandes cultivos de biomasa ofrecen importantes beneficios sociales (empleo, seguridad alimentaria global), pero también riesgos en términos de la calidad del empleo que crean, de la salud por los residuos y/o el uso inadecuado de agroquímicos, y sobre la seguridad alimentaria de las poblaciones próximas a las áreas de cultivos.

Posiblemente, las actividades que implican mayores innovaciones de productos y procesos (biorrefinerías, nuevos bioproductos, etc.) serán las que produzcan mayores beneficios sociales, creando empleos de mayor calidad, distribuidos en el territorio del país, y sin impactos negativos para el ambiente y la salud de la población. Estas actividades crearán mejoras en la productividad de las cadenas de valor no solo en el corto plazo, sino también en términos dinámicos. Un aspecto interesante es que estas nuevas tecnologías parecen dar lugar al desarrollo de pequeñas y medianas

empresas, a diferencia de las experiencias analizadas en este documento, donde las escalas de producción tienden a ser mayores.

En síntesis, la bioeconomía ofrece una oportunidad interesante para una nueva forma de desarrollo socioeconómico inclusivo y ambientalmente sostenible en el país. Argentina cuenta, como se mencionó más de una vez en este estudio, con condiciones para su desarrollo, tales como la ventaja comparativa del país en los productos naturales biológicos y en la existencia de un acervo de capacidades en biotecnología avanzadas desde hace ya un cierto tiempo. Pero, además, la bioeconomía es aún incipiente si se toma en cuenta la demanda creciente mundialmente para sus productos, como la energía renovable, los bioplásticos, los biocosméticos, los biofármacos o biomédicos. Son áreas de producción conocimiento-intensivas que permiten agregar valor al producto a través del procesamiento de materias primas y de sus desechos. Como resultado, tienen la potencialidad de favorecer el crecimiento de una serie de empleos de calidad y de distinto nivel de calificación, desde el trabajador no calificado hasta un investigador con diploma universitario.

El desarrollo de la bioeconomía, sin embargo, no es automático, y para crear un impacto positivo al mismo tiempo sobre el ambiente, la producción, el mercado laboral y la sociedad en general, debe ser bien pensado y planificado. Habrá que promover, consensuadamente y con una visión de largo plazo, un ecosistema de políticas coherentes y continuas a nivel nacional, pero también a nivel territorial donde se generan los productos, o sea una combinación o “mix” de nuevas políticas industriales inteligentes con políticas de innovación, de educación y formación profesional, de energía, de logística y transporte. La calidad de la implementación de las políticas depende también de las instituciones (nacionales, provinciales y municipales) y sus interacciones, grado de articulación y alineamiento, como también en materia de su dinámica para ir haciendo ajustes cuando sea necesario. Últimamente, la bioeconomía no tiene fronteras nacionales, como tampoco las tienen los ecosistemas. Una fuerte cooperación entre los países, por ejemplo, a través de la recién creada Red Latinoamericana de Bioeconomía, es un elemento clave para fundar un nuevo paradigma de desarrollo inclusivo y sostenible en la región.

► Referencias bibliográficas

- Aramendis, R. H., Rodríguez, A. G. y Krieger Merico, L. F. (2018). *Contribuciones a un gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe: Bioeconomía*. Documentos de Proyecto. CEPAL, Cooperación Alemana.
- Bisang, R., Anlló, G. y M. Campi, M. (2008). "Una revolución (no tan) silenciosa. Claves para repensar el agro en Argentina, *Desarrollo Económico*, N° 190-191, Vol. 48.
- Bisang, R., Anlló, G. y Campi, M. (2015). *Políticas tecnológicas para la innovación: la producción agrícola argentina*. Santiago de Chile: CIEPLAN.
- Caste-0,09catalana
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) 2017. *Bioeconomía en América Latina y el Caribe: Contexto global y regional y perspectivas*. Santiago de Chile.
- Crespi, G., Fernández-Arias, E. y Stein, E. 2014. *¿Cómo repensar el desarrollo productivo? Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica*. BID.
- Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), Fraunhofer ISI, University of Bologna. 2019. *Top 20 innovative bio-based products*. Research and Innovation, European Commission.
- Epifanio, D. y Ernst, C. 2019. La cadena de suministro de biodiésel en Argentina. ¿Una oportunidad para el avance social? Buenos Aires: OIT.
- Europa Bio (2019), "Sustainable agriculture with Biotech – How the EU could "UnshackleInnovation by 2025", Position Paper, julio.
- European Commission (EC). 2013. *Innovating for sustainable growth: a bioeconomy for Europe*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Com.
- Gerland, P. 2014. "World population stabilization unlikely in this Century", *Science* 10, Vol. 346, N° 6206.
- Global Bioeconomy Summit Conference Report (GBS). 2018. *Innovation in the Global Bioeconomy for Sustainable and Inclusive Transformation and Wellbeing*.
- Gómez-Paredes J., Yamasue, E., Okumura, H. e Ishihara, K. N. 2015. "The labour footprint: a framework to assess labour in a complex economy", *Economic Systems Research*, 27:4, 415-439.
- Gómez-Paredes, J. y Monjeau, A. 2019. The Role of Spillovers in SDG Implementation: An impact assessment of Argentine soybean commodities throughout their global value chain (inédito).
- Heimann, T. 2019. Bioeconomy and SDGs: Does the bioeconomy support the achievement of the SDGs? *Earth's Future*, 7, 43-57.
- Issa, I., Delbruck, S. y Hamm, U. 2019. Bioeconomy from experts' perspectives – Results of a global expert survey. *PLoS ONE* 14(5): e0215917. <https://doi.org/10.1371/journal>.
- Ladrón González, A. y Maslatón, C.. 2017. "Observatorio de la Industria de la Madera y el Mueble (OIMyM). Informe de la Encuesta RIMRA realizada en 2016 por Acuerdo entre FAIMA-INTI, INTI.
- Lengyel, M., Aggio, C. y Milesi, D. 2019. "La nueva agricultura en Argentina. Las crecientes capacidades de innovación", CIECTI, Documento de Trabajo.

- Lengyel, M. 2019. "Las bases organizacionales para el desarrollo de la bioeconomía argentina: El caso de los bioclústeres", FAO-CIECTI (en elaboración), Buenos Aires.
- Lengyel, M. 2018. "Recursos, oportunidades y estrategias para el desarrollo de la bioeconomía argentina", FAO-CIECTI, Documento de trabajo, Buenos Aires.
- Lengyel, M. 2017. "¿Repensando las políticas de desarrollo productivo? Hacia la conformación de bioclústeres arroceros en la la provincia de Entre Ríos" (mimeo).
- McCormick, K.y Kautto, N. 2013. "The Bioeconomy in Europe: An Overview". *Sustainability*, 5(6), 2589-2608.
- Ministerio de Hacienda. 2016. "Forestal, papel y mueble". Informes de cadenas de valor. Año 1. N° 14. Buenos Aires.
- Ministerio de Hacienda. 2017a. "Arroz". *Informes de cadenas de valor*. Año 2. N° 33. Buenos Aires.
- Ministerio de Hacienda. 2017b. "Oleaginosas". Informes de cadenas de valor. Año 2. N° 29. Buenos Aires.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). 2016. *Directrices de política para una transición justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenibles para todos*. Ginebra.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). 2017. *Empleo verde en la Argentina*. Buenos Aires.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). 2009. *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*. París.
- Pengue, W. A. 2004. "Producción agroexportadora e (in) seguridad alimentaria: El caso de la soja en Argentina". *Revibec: Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica*, 1, 046-55.
- Reboratti, C. 2010. "Un mar de soja: la nueva agricultura en Argentina y sus consecuencias". *Revista de Geografía Norte Grande*, (45).
- Rodríguez, A., Rodrigues, M. y Sotomayor, O. 2019. Hacia una bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe: elementos para una visión regional. CEPAL. Santiago de Chile.
- Rossi, E. 2016. Antología toxicológica del glifosato. Naturaleza de Derechos [http://www.naturalezadederechos.org/ciencia digna/AntologiaToxicologicadelGlifosato2.pdf](http://www.naturalezadederechos.org/ciencia%20digna/AntologiaToxicologicadelGlifosato2.pdf). No se puede abrir
- Simoës, A. e Hidalgo, C. A. 2016. The observatory of economic complexity.
- Trigo E. y Henry, G. (2014). "La Bioeconomía en América Latina: oportunidades de desarrollo e implicaciones de política e investigación". *FACES*, Año 20, N° 42-4.
- Trigo, E. et al. 2015., *La bioeconomía argentina: alcances, situación actual y oportunidades para el desarrollo sustentable*. Buenos Aires: Bolsa de Cereales de Buenos Aires.
- Trigo, E. J. 2016. *Veinte años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina*. Buenos Aires: Argenbio.
- Weng, L. y Huimin, Z. 2009. "Industrial Biotechnology: Tools and applications", *Biotechnology Journal*, 4.
- Wierny, M., Coremberg, A., Costa, R., Trigo, E. y Regúnaga, M. 2015. *Medición de la bioeconomía: Cuantificación del caso argentino*. Buenos Aires: Bolsa de Cereales de Buenos Aires.

► Anexo: experiencias internacionales de políticas para la bioeconomía

Unión Europea

El plan de acción de la bioeconomía: La Unión Europea adoptó desde el 2012 una estrategia para el desarrollo de la bioeconomía en el continente: *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe* (EC, 2013). Actualmente, la bioeconomía en Europa emplea aproximadamente a 22 millones de personas, el 9 % de la fuerza de trabajo total, y factura anualmente alrededor de 2 trillones de euros. Sin embargo, la potencialidad del desarrollo bioeconómico de la región sigue siendo significativa y central en la planificación de su desarrollo productivo. La implementación de planes de acción para la bioeconomía ocurre en el marco de distintos programas, entre los cuales destacan Horizon 2020, la Common Agricultural Policy (CAP) y la Common Fisheries Policy (CFP). Los tres proyectos se insertan en el proceso de integración económica de los Estados miembros y están orientados a la armonización de las políticas de desarrollo productivo en el continente.

En general, la visión europea pone a la bioeconomía en el centro de una estrategia de desarrollo regional, que transforme radicalmente el modelo productivo del continente y favorezca el proceso de integración de las economías nacionales, bajo el signo de la necesaria transición hacia una economía sostenible. Los principales desafíos que aborda la estrategia son la seguridad alimentaria y el cambio climático, la gestión sostenible de recursos naturales y la reducción de la dependencia en los recursos no renovables. Por el lado económico, la estrategia se propone la creación de nuevos puestos de trabajo con distintas calificaciones (130 000 estimados) y un crecimiento en el PIB de estos sectores (45 billones de dólares), para mantener la competitividad europea en el mercado global. Las políticas se articulan a lo largo de tres ejes: (i) inversiones en investigación, innovación y competencias; (ii) la mejora de la cooperación y la interacción entre los distintos actores involucrados; y (iii) la implementación de políticas y el aumento de competitividad de mercados vinculados al sector bioeconómico (McCormick y Kautto, 2013).

Inversiones en investigación, innovación y competencias: En relación con el primer eje, la bioeconomía se presenta como una oportunidad para superar en la región la segmentación del ámbito de

investigación y desarrollo. Asimismo, se busca un modelo de investigación orientado a la innovación productiva en el marco de colaboraciones entre el sector público y el privado (Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), Fraunhofer ISI, University of Bologna, 2019). Por esta razón, el plan prevé la creación de programas de formación y capacitación multidisciplinarios en el ámbito de la bioeconomía a lo largo de todo el abanico de empleos, desde los más calificados hasta los de menor calificación.

Mejora de la cooperación e interacción entre los distintos actores involucrados: En cuanto al segundo eje, la naturaleza multidisciplinaria y multiforme de la bioeconomía impone en Europa un proceso de integración, cohesión y diálogo entre los distintos actores y sectores involucrados. En esta dirección, la estrategia europea promueve la creación de un “Bioeconomy Panel” para la interacción en el ámbito bioeconómico. El Panel está compuesto por delegados de la Comisión Europea, representantes gubernativos de los Estados miembros y representantes de distintos grupos involucrados del sector industrial, del mundo del trabajo, de la investigación y de las organizaciones no gubernamentales. Asimismo, esta interacción se propone producir un Sistema Bioeconómico Europeo de Información (European Bioeconomy Information System) que recolecte datos e información a nivel regional a través de la institución de un Observatorio de Bioeconomía.

Implementación de políticas y aumento de competitividad de los mercados: Por último, los proyectos apuntan a mejorar la eficiencia y la competitividad de los principales sectores involucrados con la bioeconomía, es decir, el sector agropecuario y forestal, la pesca, la bioindustria y la cadena alimentaria. Al ser uno de los mayores proveedores de alimentos del mundo (18 % de las exportaciones alimenticias globales), la Unión Europea necesita readaptar su producción agropecuaria y forestal para enfrentar el aumento de la demanda alimenticia previsto (70 % en 2050) y en la demanda de biomasa para la industria. Sin embargo, el crecimiento de la oferta agropecuaria es la oportunidad para la transición hacia un sistema de producción sostenible, que pueda proporcionar una solución al problema del uso de la tierra, el cambio climático y la emisión de gas, y la preservación de la biodiversidad. Además, el

sector marítimo emplea a alrededor de 5 millones de personas, por lo que se busca el desarrollo sostenible de la pesca y de otras actividades económicas vinculadas al agua, como la acuicultura sostenible y la biotecnología marina (cuya previsión de crecimiento es alrededor del 10 % en los próximos años).

Otro sector central involucrado es la bioindustria, es decir, la industria basada en productos o procesos biológicos, que incluye biorrefinerías, biotecnología industrial, reciclaje, uso de biomasa y bioproductos en general. El sector es considerado clave para la transición industrial verde y tiene expectativas de crecimiento muy altas en las próximas décadas; pero, al presentar un alto nivel de innovación, implica grandes desafíos institucionales, como la certificación de productos, el *labelling*, la estandarización, los parámetros de sustentabilidad, que el proyecto se propone enfrentar. El sector de alimentos en Europa cuenta con un tejido de pymes que aporta casi la mitad de la producción. El principal enfoque de las políticas será el tema del desafío de la seguridad alimenticia, pero también la eficiencia de los recursos, los residuos alimenticios, el *packaging* y la salud y la cultura alimenticias del continente.

América Latina y el Caribe

Si bien la región latinoamericana y el Caribe aún no cuenta con una política común para el desarrollo de la bioeconomía, en los últimos años se está manifestando una voluntad de articular herramientas para el intercambio de conocimientos y recursos y para la construcción de una estrategia común de desarrollo bioeconómico. Este intento requiere una mirada regional que supere las barreras nacionales y se focalice en las biorregiones del continente, aspecto que representa un desafío importante en términos de diálogo entre países y de regulaciones. Sin embargo, la mirada latinoamericana sobre la bioeconomía la presenta como una estrategia alternativa de desarrollo productivo sostenible, que avanza sobre las cadenas del valor de recursos primarios para la exportación. En esta dirección, la bioeconomía no solo es interpretada como herramienta de estabilización y crecimiento de las economías locales, sino también como estrategia para reforzar la competitividad de los países

latinoamericanos en el escenario comercial global (CEPAL, 2017).

A continuación, se presentan los marcos generales de desarrollo de algunos de los países, excluyendo Argentina, más adelantados en el impulso de políticas para la bioeconomía

Brasil: Es uno de los países más avanzados en la región en el desarrollo de una estrategia para la bioeconomía. Sus características geográficas ofrecen un potencial importante, pero enfrenta limitaciones en la organización socioeconómica. Brasil es el quinto país del mundo en términos de áreas agrícolas utilizadas, tiene una muy amplia disponibilidad hídrica y un grado de biodiversidad entre los más altos del mundo. Estos elementos constituyen la base para un desarrollo sostenible, que Brasil quiere articular a lo largo de cuatro ejes en distintos sectores: la producción primaria, la bioindustria, la salud humana y el sector energético. El país es un líder mundial en la producción de energías renovables (el 43,5 % de la energía en Brasil es renovable, contra un promedio global del 14 %) (Aramendis *et al.*, 2018). A nivel de políticas, la bioeconomía es considerada como área clave en la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2016-2019. Dicha estrategia elaboró un Plan de Acción de Ciencia, Tecnología e Innovación en Bioeconomía, que promueve "(...) el aumento de la competitividad de la bioeconomía nacional, a través de la revisión y adecuación de las regulaciones, el fortalecimiento de la infraestructura y el apoyo a líneas de investigación que se centren en soluciones innovadoras para problemas tecnológicos en los sectores agropecuarios, industriales, ambientales y para la salud humana, priorizando el uso sostenible de la biodiversidad brasileña y considerando aspectos relativos a la seguridad hídrica, alimentaria y energética y al cambio climático". Para el monitoreo de las políticas y la evolución de la bioeconomía a nivel nacional e internacional se instituyó el Observatorio Brasileño de Bioeconomía (Aramendis *et al.*, 2018).

Colombia: La necesidad de poner en el centro de la agenda de desarrollo la bioeconomía se apoya en Colombia en dos argumentos principales: (i) el agotamiento de los recursos primarios y el cambio climático, y (ii) la pérdida de biodiversidad. Colombia presenta un nivel de agotamiento de los recursos fósiles muy superior al promedio global y

enfrenta la posibilidad de una seria escasez energética, mientras que la intensa deforestación en el país en los últimos 30 años constituye una amenaza para los hábitats naturales y la fertilidad del suelo. La bioeconomía es una estrategia de desarrollo óptima para solucionar las crisis energética y ambiental. Además, es una oportunidad para ganar competitividad en el mercado mundial. La medida más reciente de política hacia el desarrollo bioeconómico es la Política de Crecimiento Verde, a cargo de la Misión Crecimiento Verde en el marco del Departamento Nacional de Planeación, que tiene el objetivo de desarrollar sectores claves de la bioeconomía, como el agropecuario, los químicos de base biológica, la salud, la bioenergía y el sector alimenticio. Además, el país se comprometió a partir del año 2011 con el Documento CONPES 3697 a desarrollar políticas comerciales para la biotecnología basados en el uso sostenible de la biodiversidad, afectando directamente el comercio o a través de instrumentos de fortalecimiento productivo o financiero de las empresas en el sector de cosméticos, aseos, alimentos. Entre las iniciativas más destacadas vinculadas a la promoción de la bioeconomía encontramos el Programa Colombia BIO, de investigación en el campo para detectar la biodiversidad en el país; el Programa Nacional de Biocomercio Sostenible, focalizado en el desarrollo de negocios que involucren la biodiversidad nativa; y el Plan Nacional de Negocios Verdes, que desarrolla modelos de negocios sostenibles en el país entre pymes.

Costa Rica: La importancia de la bioeconomía en Costa Rica se basa en distintos factores, entre los cuales se destacan la presencia de un marco legal e institucional adecuado que el país prepara desde los años noventa, un conjunto de políticas nacionales para el desarrollo bioeconómico y el adecuado uso productivo de la biodiversidad del país. Estos factores han permitido al país desarrollar una alta ventaja comparativa en cuanto a la investigación y al conocimiento del medioambiente, así como la consolidación

de algunas empresas biotecnológicas claves en el sector. Las políticas de desarrollo de la bioeconomía más recientes en el país están siendo implementadas en el marco de la colaboración con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la cual identifica a la bioeconomía como el ámbito que puede empujar el proceso de innovación nacional, junto con la economía circular. Esta cooperación dio forma a una serie de políticas nacionales, como la Política Nacional de Sociedad y Economías Basadas en el Conocimiento 2017-2030, la Política Nacional de Biodiversidad de 2015 y la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2025, entre otras. Los mayores desafíos que el plan de desarrollo de bioeconomía y economía circular encuentra son las insuficiencias institucionales y de gobernanza que todavía presenta el país.

Ecuador: En 2017 el Ministerio del Ambiente de Ecuador introdujo la bioeconomía como ámbito estratégico en el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, poniendo en el centro de la agenda el desarrollo de una política pública de bioeconomía. Esta propuesta, aunque reciente, se inscribe en un cuadro de políticas nacionales que empiezan a poner el foco sobre la importancia de un cambio del modelo productivo y de gestión ambiental del país, como la Estrategia de Matriz Productiva y la Política de Gobernanza del Patrimonio Natural del 2013, o la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2030 "Bioindustria" del 2016. Actualmente, en el marco del Ministerio del Ambiente, se instituyó un grupo de trabajo en bioeconomía que se ocupa de monitorear la situación ambiental del país, así como de estudiar el estatus de las tecnologías que puedan impulsar inversiones en la bioeconomía por el lado del sector público, del sector privado o de las economías populares. Los próximos objetivos de políticas en el ámbito serán la elaboración de una Unidad de Promoción de la Bioeconomía y Fomento del Emprendimiento en el Ministerio del Ambiente y la creación de un Centro de Promoción y Fomento de Bionegocios Sostenible.

