



CIECTI
Centro Interdisciplinario
de Estudios en Ciencia,
Tecnología e Innovación

DOSIER CIECTI #04

////////////////////

BIOECONOMÍA Y DESARROLLO EN LA ARGENTINA: OPORTUNIDADES Y DECISIONES ESTRATÉGICAS

Miguel Lengyel y Leonardo Zanazzi



DOSIER CIECTI #04

////////////////////

Bioeconomía y desarrollo en la Argentina: oportunidades y decisiones estratégicas

Miguel Lengyel y Leonardo Zanazzi

La serie **Dossier CIECTI** es una herramienta de comunicación del Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Ciencia, Tecnología e Innovación pensada para poner a disposición de la comunidad académica, del personal de las administraciones nacionales, provinciales y municipales y del público en general estudios y relevamientos de información realizados por sus investigadores/as que, por su naturaleza, ameriten una circulación rápida y extendida.



CIECTI

Centro Interdisciplinario
de Estudios en Ciencia,
Tecnología e Innovación

Lengyel, Miguel

Bioeconomía y desarrollo en la Argentina : oportunidades y decisiones estratégicas / Miguel Lengyel ; Leonardo Miguel Zanazzi. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : CIECTI, 2020.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4193-45-2

1. Energía Renovable. 2. Producción. 3. Agricultura Sustentable. I. Zanazzi, Leonardo Miguel.
II. Título.

CDD 333.790982

La investigación que dio base a este estudio finalizó en mayo de 2020.

© 2020 CIECTI

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723.

Se autoriza la reproducción total o parcial de esta obra, para fines educativos u otros fines no comerciales, siempre que se cite la fuente.

AUTORIDADES

Asociación Civil CIECTI

Presidente

Luis Alberto Quevedo

Vicepresidente

Alejandro Villar

Secretaria

Norma Pensel

Equipo editorial

Coordinación editorial

Fernando Porta

Celeste De Marco

Edición

Mara Sessa

Edición gráfica

Lea Ágreda

ÍNDICE

Introducción	5
La perspectiva argentina sobre bioeconomía	6
Surgimiento de la bioeconomía en la Argentina y los <i>drivers</i> para su expansión	7
Estado actual y desarrollo del potencial bioeconómico	12
Lineamientos conceptuales para una estrategia nacional de desarrollo de las bioeconomías regionales	18
Biorregiones en la Argentina: perfiles bioeconómicos y dimensiones clave para su desarrollo	22
Criterio metodológico	22
Regiones bioeconómicas identificadas	24
Caracterización de las regiones bioeconómicas	26
Síntesis de los principales rasgos de la bioeconomía de las biorregiones identificadas	46
Desafíos al 2030 para el desarrollo de la bioeconomía en el país	47
Dimensiones clave de intervención	47
Lineamientos estratégicos y operativos para su abordaje	49
Anexo	51
Bibliografía	57

INTRODUCCIÓN

La adopción de prácticas tecnoproductivas novedosas se halla en fuerte expansión en el mundo desarrollado y de forma más incipiente en varios países en desarrollo, tanto en la producción primaria como en la industrial. La búsqueda de reconciliar la obtención de ganancias de productividad con una mayor atención a la protección ambiental fue el factor disparador –aunque no el único– de esta tendencia de cambio, con epicentro en el reemplazo de la utilización de las energías de origen fósil por las renovables. Solo a título ilustrativo, la “agricultura sostenible” y la “manufacturación verde” son algunas de las principales expresiones de esa tendencia.¹

En este contexto, la bioeconomía, cuya base es el aprovechamiento de recursos, procesos y principios biológicos para producir alimentos, energía, nuevos productos y servicios de manera sostenible, se está constituyendo en un modelo de creciente peso de las nuevas prácticas de producción.² Más específicamente, el modelo bioeconómico implica la generación y aplicación intensiva de nuevos conocimientos científico-tecnológicos en la producción, uso y consumo de los recursos de origen biológico (ROB). Conlleva, por ende, cambios profundos en la organización de la producción (tecnologías, procesos de transformación industrial, extensión y articulación de las cadenas de valor), en las capacidades necesarias, en los modelos de negocios y en las instituciones y regulaciones aplicables. Tiende a suscitar, asimismo, fuertes impactos socioeconómicos que implican, entre las dimensiones más importantes, la localización de las actividades productivas, la distribución de sus beneficios, la dinámica de destrucción/creación de empleo y los patrones de urbanización.

Para la Argentina, país con una dotación abundante y diversificada de ROB y una rica biodiversidad, la bioeconomía tiene una fuerte connotación estratégica, ya que se perfila como una opción atractiva de desarrollo de largo plazo, en particular en vista 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: 13).

El aprovechamiento de esta opción es, sin embargo, desafiante, ya que no se desarrolla de forma automática en tanto que la abundante disponibilidad de ROB es una condición necesaria pero no suficiente para ello; nuevas formas de generación y aplicación de conocimiento –apoyadas en un *mix* de políticas públicas productivas, tecnológicas, regulatorias, sociales, educativas y de infraestructura, entre otras– son necesarias para aprovechar esta oportunidad emergente.

En este marco, este documento procura brindar insumos conceptuales, estratégicos y operativos que contribuyan a definir la hoja de ruta a transitar por la Argentina a fin de potenciar sus actividades bioeconómicas en favor de sus objetivos socioeconómico-ambientales más elevados. La estructura del documento es la siguiente: la primera sección plantea la visión predominante en la Argentina sobre la bioeconomía y examina el proceso de su emergencia en el país y los factores inductores para su expansión; también analiza el posicionamiento bioeconómico actual de la Argentina y su potencial de desarrollo. La segunda sección introduce la dimensión estratégica y explicita la opción del país por un enfoque territorial para el abordaje bioeconómico; para ello delinea el mapa regional del “capital biomásico” con base en la identificación y caracterización de “biorregiones”. Finalmente, la tercera sección, a partir de la premisa de que la expansión bioeconómica en el país se beneficiaría de una mayor direccionalidad e integralidad, busca identificar las dimensiones críticas que deberían abordarse para desarrollar el potencial bioeconómico argentino en los próximos años y plantea los principales lineamientos operativos para progresar en tal dirección.

¹ En buena parte, estas tendencias se inscriben en un debate en curso sobre el rol de los recursos naturales en el desarrollo. Véase, por ejemplo, Milesi *et al.* (2020). Véanse también <www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/> y <<https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/watify/boosting/news/green-manufacturing-%E2%80%93-solution-reducing-production-waste>>.

² Distintas estimaciones indican que el mercado mundial de productos y servicios de base biológica está creciendo de manera exponencial: mientras que en 2015 alcanzó los US\$ 200.000 millones, se proyecta que esta cifra se duplique para el corriente año.

LA PERSPECTIVA ARGENTINA SOBRE BIOECONOMÍA

Desde hace algunos años existen en la Argentina diversos esfuerzos por precisar los rasgos que definen a la bioeconomía como modelo productivo y ponderar, a partir de ello, su relevancia como eventual nueva opción de desarrollo para el país.³ La primera tarea no es sencilla, ya que no hay una noción unívoca de bioeconomía a nivel global: existe una visión amplia que la considera el resultado de la producción y transformación de la biomasa⁴ en productos sobre la base de procesos esencialmente biológicos. Una segunda visión, más acotada, la liga a la biotecnología moderna, en tanto disciplina líder en la producción, reproducción y transformación de los recursos biológicos.⁵

La visión aquí propuesta –que cuenta con un consenso considerable en el medio local– tiene su propia especificidad y conceptualiza a la bioeconomía como la producción, transformación mediante nuevas tecnologías y uso innovador de los ROB para agregar valor localmente y generar oportunidades nuevas, eficientes y sustentables de producción, utilización y consumo de tales recursos.

Según esta visión, la bioeconomía abarca entonces un conjunto de sectores y subsectores –agropecuario, forestal, bioenergético y acuícola, entre los más relevantes– que afectan e involucran a otros sectores o ramas de actividad (industria alimenticia, de pulpa y papel, química, farmacéutica, de materiales, energética, etc.) ligadas a la generación y utilización de los recursos biológicos como una gran plataforma para el desarrollo productivo.⁶ En consecuencia, la bioeconomía no es un sector más de la economía sino que implica una estrategia productiva y de organización económica transversal a toda ella, o una “red de redes o cadenas de valor” de base biológica interconectadas, con fuertes tendencias hacia la transectorialidad e interdisciplinariedad (Rodríguez *et al.*, 2017).

Esta concepción presupone:

- La generación sostenible de biomasa y su uso eficiente como insumo para la producción –vía la agregación de valor “aguas arriba” y “aguas abajo”– de nuevos bienes y servicios de base biológica.
- La disponibilidad de un acervo considerable de capacidades en disciplinas científico-tecnológicas estratégicas –biotecnología en primer lugar pero, también, biología, química, física, ingenierías varias, agronomía, nanotecnología y TIC en sus diferentes variantes (digital, inteligencia artificial, impresión 3D y 4D, etcétera).
- El desarrollo, al menos intermedio, de competencias para el procesamiento industrial y uso diversificado del “capital biomásico”.⁷

Como dato adicional fundamental, desde la concepción propuesta, la bioeconomía se ve como el componente troncal de tres “evoluciones” importantes que implican un conjunto de transformaciones profundas tanto en la producción primaria como en los procesos industriales y que, consecuentemente, le otorgan la envergadura de nuevo modelo de desarrollo (Anlló y Fuchs, 2015). En tal sentido, la bioeconomía:

³ El término “bioeconomía” –nacido a fines de los años setenta sobre la base de los trabajos de Georgescu-Roegen (1996) acerca de la ecología económica– es utilizado hace varias décadas con el objetivo de incluir en el análisis económico la relación entre la producción y la sustentabilidad a mediano y largo plazo de los recursos naturales.

⁴ La biomasa es definida por la Unión Europea (UE) como todo material biológico (agricultura, forestal o animal), virgen o residual, como producto en sí mismo o como insumo. El Comité Europeo de Estandarización (CEN/TR 16208: 2011) lo define como material de origen biológico, excluido el material embebido en formaciones geológicas o fosilizado.

⁵ La primera de ellas es de cuño europeo mientras que la segunda tiene la impronta norteamericana (CIECTI, 2017).

⁶ En otras palabras, la bioeconomía atraviesa una multiplicidad de sectores y subsectores, tanto por la necesidad de establecer procesos de producción más eficientes y sustentables en la explotación de los recursos biológicos, y de maximizar la producción y el uso de la biomasa, como por el potencial que abren las nuevas tecnologías –centralmente la biotecnología en la mayoría de sus variantes– y el desarrollo de plataformas tecnológicas comunes a las diversas actividades económicas.

⁷ En este sentido, contar con un abordaje cartográfico del capital bioeconómico a nivel país es relevante para la definición de las políticas sectoriales –o transectoriales– y regionales –“especialización inteligente”–, a las que se suman las políticas industriales y de I+D+i, las políticas *cross cutting* –sobre medio ambiente, cambio climático, economía circular, eliminación de residuos– y, por supuesto, las políticas a distintos niveles –nacional, provincial, regional– específicamente orientadas a promover el desarrollo de la bioeconomía.

- Constituye el factor clave en la transición de una producción industrial basada en recursos fósiles hacia una basada en recursos biológicos.
- Ofrece considerable potencial para modernizar actividades económicas tradicionales y apalancar un crecimiento económico ambiental y socialmente sustentable, incorporando tecnologías de aparición relativamente reciente como la biotecnología moderna, la química verde y la nanotecnología, entre otras.
- Es un elemento crucial hacia el tránsito a la economía circular sustentada en el uso “en cascada”, la reutilización y el reciclaje de materiales (incluyendo residuos de actividades primarias y manufactureras), tomando así en cuenta los ciclos de vida completos de los recursos naturales.⁸

SURGIMIENTO DE LA BIOECONOMÍA EN LA ARGENTINA Y LOS *DRIVERS* PARA SU EXPANSIÓN

La aplicación en la Argentina de prácticas de explotación de ROB con criterios amigables hacia el medio ambiente se remonta a varias décadas atrás. Esta emergencia temprana de prácticas bioeconómicas responde en gran parte a hitos locales y su expansión desde entonces –más notoria en algunas áreas de actividad que en otras– estuvo abonada por nuevas experiencias productivas y un proceso de construcción institucional que, aun sin una formalización explícita hasta el presente, fueron apuntalando el anclaje de la bioeconomía local. Es más, existe hoy consenso en el país que los niveles de producción, productividad y diversificación de la biomasa en la Argentina pueden incrementarse de manera notoria en un lapso relativamente acotado.⁹

La producción agrícola y la de biocombustibles de primera generación son las actividades de mayor magnitud que ilustran la emergencia temprana de la bioeconomía en el país, y ponen en evidencia los beneficios y el potencial de crecimiento resultantes de la interacción entre el capital biomásico, el capital cognitivo y el de infraestructura para la adopción y generación de innovaciones sustentables a partir de los ROB. En apretada síntesis, la Argentina experimentó una expansión notable de su producción agrícola en los últimos treinta años sobre la base de tres pilares tecnoproductivos: la siembra directa¹⁰, 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 sintetizar como de “descomoditización”).¹¹ En términos organizacionales estos hechos implicaron un cambio disruptivo, resumible como el pasaje de la empresa tradicional verticalmente integrada hacia una configuración de la producción basada en “redes de valor” o “ecosistemas productivos descentralizados”.¹² Es más, en años recientes se ha verificado un interés creciente en la “intensificación sustentable” o “agricultura limpia” a través del desarrollo, introducción y difusión de nuevas tecnologías principalmente digitales (agricultura de precisión) y de criterios de gestión como las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), orientados a lograr una sustentabilidad ambiental integral de la producción.¹³

⁸ El uso en “cascada” de la biomasa tiene lugar cuando se usa en la producción de lo que se entiende como un bioproducto (derivado/producido esencialmente con recursos/procesos biológicos), y este producto es usado al menos una vez más como insumo para la producción de bienes o de energía. Se define como “cascada de un paso” cuando el producto es usado para la generación de energía, mientras que es “cascada de pasos múltiples” cuando el producto inicial es utilizado al menos una vez como insumo de otro producto, antes de ser destinado a uso energético. El uso en cascada tiende a expresarse en ciclos productivos o de transformación que reemplazan a la economía lineal y que, llevados a su conclusión, constituyen el basamento de la denominada “economía circular”.

⁹ Esto no implica ignorar el impulso que el nuevo modelo recibió en Europa y los Estados Unidos, durante la última década y media, lo cual constituyó un factor adicional para instalar gradualmente a la bioeconomía en la agenda de investigación y, de forma más incipiente, de políticas públicas del país; véase CIECTI (2017).

¹⁰ Para mayor información, véase <<https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/siembra-directa-un-sello-para-la-produccion-sustentable-nid2113387/>>.

¹¹ Para un análisis detallado de estos aspectos véanse Marín *et al.* (2012); Bisang *et al.* (2011); Stulwark (2010); Lengyel y Bottino (2012).

¹² Para tener una idea acabada de la creciente expansión y densificación de esta nueva micro o meso institucionalidad, según datos de 2015, los ecosistemas descentralizados agroindustriales implicaban alrededor de 15 mil empresas proveedoras, responsables por algo más del 60% de la siembra directa, el 75% de las fumigaciones, el 95% de la cosecha, el 90% de ensilado y el 100% de la sistematización del riego, con un nivel de facturación estimado entre US\$ 1.800 y 2.300 anuales (Lengyel *et al.*, 2016).

¹³ El caso de la denominada agroTics sintetiza buena parte de este proceso de *upgrading* productivo (Artopoulos, 2017; Artopoulos y Lengyel, 2019).

Los biocombustibles de primera generación, en particular el biodiésel, es el otro hecho significativo que indica el surgimiento temprano “endógeno” y el posterior desarrollo de la explotación de ROB desde la perspectiva bioeconómica. El fuerte salto productivo de la agricultura en el país –altamente basado en la soja– contribuyó a que la Argentina deviniera en uno de los mayores y más competitivos productores globales de ese cultivo y algunos de sus derivados (aceite y harina). Este salto productivo fue una precondition clave para el inicio y despegue de la actividad en un contexto mundial con creciente demanda de biodiésel. La consecuencia directa fue la instalación de refinerías y facilidades para otros subproductos industriales. Algunas cifras sirven para demostrar el alcance de este proceso: en 2016 las facilidades de producción incluían 37 plantas de biodiésel aglomeradas en la provincia de Santa Fe en cercanías de los puertos de exportación, lo que reforzó la posición competitiva de la actividad que alcanzó en ese año una capacidad productiva instalada de 4,4 MT (millones de toneladas) que produjo 2,6 MT y exportó por 1,6 MT, con una generación de divisas de US\$ 1.175 (CARBIO, 2017).

Los ejemplos brevemente descriptos no agotan, por supuesto, las experiencias tempranas de desarrollo de la bioeconomía en el país –coexistiendo con otras de creciente envergadura–, en un contexto caracterizado por la falta de una visión claramente definida de que se “estaba haciendo bioeconomía” y por la carencia de un andamiaje institucional desarrollado que la enmarcara y le diera impulso. En este contexto, ¿cuáles constituyen factores inductores o *drivers* fundamentales para impulsar la expansión de la bioeconomía como nuevo pivote de desarrollo en la Argentina?

Una precondition determinante ha sido, sin dudas, el desarrollo de la biotecnología en la última década y media, en la medida en que –como ya se dijera– es una disciplina clave para motorizar muchas, sino la mayoría, de las iniciativas para la producción y uso sustentable de la biomasa. En este sentido, son hechos críticos que la Argentina se haya sumado a la primera onda de desarrollo biotecnológico y haya concebido el apoyo a su expansión como una política de largo plazo¹⁴–hecho este último que no es menor en vista de los frágiles antecedentes del país respecto a la continuidad de sus decisiones estratégicas–. Esta apuesta estratégica ha resultado en que la Argentina sea hoy uno de los países líderes a nivel global en materia biotecnológica, en particular la ligada a la producción agrícola.¹⁵

Con esta plataforma tecnológica como base de conocimientos críticos y en función de la rica dotación de ROB y biodiversidad de la Argentina, el cuadro 1 sintetiza los principales *drivers* que en las dimensiones productiva y socioeconómica pueden contribuir a la emergencia y progresiva expansión de las actividades bioeconómicas, y puntualiza algunos de los impactos que se están verificando o las altas probabilidades de que se materialicen.

El progresivo desarrollo de un andamiaje institucional –actualmente en fase de redefinición y eventual consolidación–, a partir de un rol activo del Estado, fue otro factor que indujo avances en materia bioeconómica en el país. El primer hito en este sentido, aunque no hiciera referencia explícita a la bioeconomía, fue el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación “Argentina Innovadora 2020”, formulado en 2011, que adopta la focalización de la intervención pública como uno de sus ejes programáticos a través de los denominados Núcleos Socio Productivos Estratégicos (NSPE). El Plan definió 35 NSPE a partir de tecnologías de propósito general (nanotecnología, biotecnología y TIC) en los sectores de agroindustria, ambiente

¹⁴ Véase, por ejemplo, MINCyT (2016).

¹⁵ Ampliando este punto, la Argentina llegó temprano al desarrollo de la biotecnología ya que en la década de los ochenta realizaba los primeros desarrollos de biomedicamentos y los primeros ensayos en clonación. En los años noventa se dio otro paso con la eritropoyetina masiva, semillas transgénicas y clonación animal. Es así que las empresas biotecnológicas argentinas tienen treinta años de antigüedad y conforman una masa crítica importante que en 2015 alcanzaba las 200 firmas, con una facturación de 2 mil millones de dólares. Varios sectores se destacan: genética vegetal (semillas mutagénicas, transgénicas y con edición génica) y micropropagación forestal; salud humana (medicamentos de frontera como los monoclonales y otros que abren el campo de los biosimilares); reproducción humana (con alrededor de treinta laboratorios de análisis génico) y sanidad vegetal e inoculantes. Se trata de empresas muy proclives a exportar, con tasas de más del 25% de su producción. El uso de enzimas y bacterias en las industrias textil y papelera es, por otra parte, un área con poco desarrollo pero mucho potencial productivo (Bisang, 2017). A modo de ejemplo de estos procesos de largo plazo de construcción de capacidades, en 2014 la Comisión Asesora en Biotecnología Agrícola (CONABIO) de la Argentina fue designada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) como el Centro de Referencia en Bioseguridad de organismos genéticamente modificados.

Cuadro 1 Los drivers de la bioeconomía en la Argentina

Dimensión	Driver	Efecto
Tecnoproductiva	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de capacidades científico-tecnológicas y de innovación en bioeconomía Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías conocimiento-intensivas (biotecnología y otras tecnologías habilitantes) Desarrollo de formas de organización productiva en red (biorredes o redes de valor) transectoriales e interdisciplinarias 	<ul style="list-style-type: none"> Generación de biomasa (de base agrícola, animal o marina) y su procesamiento tanto para usos tradicionales como para nuevas actividades <i>Upgrading</i> y diversificación productiva vía la agregación de valor “aguas arriba” y “aguas abajo” y la obtención de ganancias de productividad Pasaje productivo de cadenas de valor cortas a largas y su articulación (<i>value chain driven</i>), con las consiguientes ganancias de eficiencia vía la optimización de procesos, tecnologías e insumos para producir “más con menos” Potenciación de los procesos de producción de conocimiento aplicado que contribuyan a hacer más eficiente la producción biológica Externalidades positivas: emergencia de <i>startups</i>, <i>spin-offs</i> e involucramiento de empresas provenientes de otras áreas de actividad (mayor densidad empresarial)
Socioeconómica	<ul style="list-style-type: none"> Cambios sustantivos en el modelo de negocios vinculados al nuevo modelo tecnoproductivo Localización de las actividades bioeconómicas y “procesamiento en origen” Replanteo de las vinculaciones entre desarrollo vía recursos naturales e industrialización 	<ul style="list-style-type: none"> Creación de empleos de calidad y generación de nuevas oportunidades de empleo Redistribución del ingreso a partir de la “localización” de los retornos económicos sobre la base del surgimiento de nuevos modelos de negocios Fortalecimiento de la competitividad para una inserción “inteligente” en la economía internacional Promoción del desarrollo regional y reducción de las asimetrías territoriales,* inclusive en la producción de conocimiento Tránsito hacia una matriz energética con participación creciente de las energías renovables, más limpia y descentralizada, con una mayor participación de las economías regionales Incentivos positivos para la producción ambientalmente sostenible a través de la “circularidad” de la economía Incentivos positivos para orientar acciones de mitigación, reducción de emisiones y adaptación al cambio climático “Migración reversa” de talentos con sus implicancias en los patrones de urbanización a partir de nuevas fuentes/incentivos de arraigo poblacional

*La bioeconomía es un *driver* importante para promover el desarrollo regional o rural y, por ende, la reducción de las asimetrías territoriales –ya sea que el “disparador” sean los ROB existentes, las tecnologías empleadas, cuellos de botella en materia de infraestructura o altos costos de traslado de la biomasa involucrada o sus derivados, o la decisión política de implementar una estrategia de desarrollo territorial más equilibrada.

Fuente: Elaboración propia.

y desarrollo sustentable, desarrollo social, energía, industria y salud, con un anclaje territorial específico. El dato significativo es que la gran mayoría de los núcleos seleccionados conciernen propuestas vinculadas a ROB, incluidos su preservación y procesamiento, el desarrollo de nuevas tecnologías e innovaciones de procesos y productos.¹⁶

¹⁶ Este Plan ha venido proveyendo el marco de referencia más general para que las instituciones de I+D desarrollen actividades y proyectos vinculados a la biotecnología, favoreciendo el fortalecimiento de la base científica para el desarrollo de la bioeconomía. Para un detalle de la composición institucional, temáticas abordadas, perfiles de los proyectos y vinculaciones público-público y público-privadas, véase <www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pai2020.pdf>.

Este impulso se continuó con esfuerzos explícitamente dirigidos a fomentar el conocimiento y eventual adopción del modelo bioeconómico a lo largo y ancho del país, preferentemente a través de la creación de redes regionales de capacitación. Con ese espíritu, el MINCyT dio inicio en el año 2013 a una rutina de simposios de consulta que se replicaron anualmente hasta la fecha. Los simposios –que a partir del año 2015 se regionalizaron– nuclean diferentes actores, (grupos de investigación, empresas, cooperativas, agencias del sector público, ambientalistas, etc.) con el fin de generar un ámbito de intercambio de información, discusión e interacción entre los distintos actores públicos y privados, a fin de promover alianzas, dar a conocer los avances que registran las actividades vinculadas a la bioeconomía en todo el país, elaborar marcos para el desarrollo de esta temática y contribuir a la construcción de agendas futuras.¹⁷

Este proceso de institucionalización se buscó profundizar a través de la firma de un convenio marco de cooperación y asistencia mutua entre los Ministerios de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT), de Producción y de Agroindustria (MINAGRO) a mediados de junio de 2017 con vistas a conformar el sistema de gobernanza de la denominada “Iniciativa Bioeconomía Argentina”. La instancia institucional prevista a tal fin fue un Comité Interministerial, con facultades para promover el desarrollo de la bioeconomía argentina a través de instancias de producción y difusión de conocimiento, generación de nuevas competencias, progreso tecnológico, y apoyo financiero a acciones coordinadas en materia bioeconómica.

El paso siguiente en la construcción de la arquitectura institucional de gobernanza de la Iniciativa fue el intento de conformación del Consejo Nacional de Bioeconomía, con el espíritu de generar un ámbito interministerial lo más amplio posible para el diseño e implementación de políticas públicas para impulsar la bioeconomía. A la participación del MINCyT y de los entonces llamados ministerios de Agroindustria y de Producción se agregaron las de los ministerios de Ambiente y Desarrollo Sustentable; de Transporte; de Trabajo, Empleo y Seguridad Social; y del Interior, Obras Públicas y Vivienda. La creación de este Consejo a nivel nacional fue un importante, aunque inconcluso, paso para la necesaria articulación y coordinación que potencie el rol estatal ante los desafíos de carácter transversal que implica el modelo de desarrollo bioeconómico.¹⁸ Se trata, en consecuencia, de una asignatura pendiente que se presenta como relevante de retomar en el presente contexto político-institucional, a caballo del nuevo énfasis asignado en la agenda de políticas públicas a un desarrollo de la producción más equilibrado territorialmente, sostenible y con creciente competitividad internacional como asimismo de la rejerarquización de las instancias públicas con incumbencia en la temática.

Un punto final sobre el abordaje argentino al desarrollo de la bioeconomía en el país: si bien la conceptualización de este modelo tecno-productivo y las razones para promover su expansión son “de cuño propio”, basadas en motivaciones diferentes a las de los países desarrollados, este abordaje es funcional para contribuir a confrontar los grandes desafíos socio-económicos de corto y mediano plazo que se verifican a escala global.

En este sentido –y muy brevemente, ya que el tema es tratado en virtualmente todos los análisis sobre bioeconomía que provienen del mundo desarrollado– vale la pena puntualizar que en los últimos años varios factores están remodelando el contexto global con rasgos sin precedentes. El más influyente de estos factores no es precisamente un conjunto de nuevas condiciones geopolíticas dentro del marco de un mundo multipolar, sino varias megatendencias que están redefiniendo las lógicas de producción, intercambio y negocios a escala global, con fuertes impactos en los países, los gobiernos y los ciudadanos alrededor del mundo. Entre ellas sobresalen:

- La evolución demográfica, con una rápida expansión de la población en los países en desarrollo, en especial en Asia (que en el escenario proyectado de crecimiento de mediano plazo transita además

¹⁷ Para mayor información, véase <www.mincyt.gob.ar/divulgacion/simposio-de-bioeconomia-argentina-6483>.

¹⁸ También contribuyó a esta iniciativa el hecho de que tanto el Consejo Científico-Tecnológico –integrado por el Consejo Nacional de Ciencia y Técnica (CONICET), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)– como el Consejo Federal de Ciencia y Tecnología (COFECyT) hubieran expresado su adhesión al esquema de gobernanza.

hacia el “bono demográfico”: mayor acceso a educación y salud, mayor longevidad y más y mejor movilidad, con grandes migraciones y un futuro urbano antes que rural). Diversas proyecciones sobre el crecimiento demográfico señalan que, para el año 2030, la población mundial alcanzará los 9 mil millones de personas con un mayor ingreso medio mundial per cápita asociado y, en consecuencia, con un aumento de la demanda de alimentos (Gerland *et al.*, 2014).¹⁹ Este aumento poblacional, además del tema de la seguridad alimentaria, también implica el replanteo de los sistemas de salud en los que parte de las tendencias futuras apuntan a una atención más personalizada, preventiva, de la mano de los avances en biotecnología de la salud.

- En cuanto a la oferta energética las tendencias apuntan al agotamiento de las fuentes de energía no renovables²⁰ inducido por las matrices energéticas actuales que mayormente descansan sobre los recursos fósiles –gas, petróleo y carbón mineral–. Ya sea por su potencial agotamiento como por sus características contaminantes, las tendencias futuras señalan cambios en la matriz energética global con posibilidades técnicas de reemplazo, que van desde los desarrollos nucleares e hidroeléctricos a los recientes biocombustibles de origen vegetal, sin olvidar la energía eólica, solar y otras fuentes renovables.²¹
- Adicionalmente, los patrones productivos y de consumo del último siglo acentuaron el impacto negativo sobre el medio ambiente. Esto se expresa de múltiples formas: desmontes indiscriminados, contaminación de aguas y degradación de suelos, mayor variabilidad y presencia de catástrofes naturales, deterioro creciente de la capa de ozono, y calentamiento global. A ello se suma otro “desequilibrio”: la no degradabilidad a escala temporal humana de una amplia gama de productos derivados de la petroquímica.²²
- Para cerrar el círculo, y retornando a los problemas derivados del crecimiento demográfico, la creciente urbanización atada al aumento de la población también deriva en presiones sobre la contaminación y demanda nuevas soluciones de reciclado y utilización de alternativas más ecológicas.

En síntesis, existen sobre el medio ambiente y los recursos naturales dos tipos de tensiones, que emanan en parte del crecimiento demográfico y la actividad humana: las que provienen de mayores requerimientos alimenticios y energéticos, y las asociadas a desequilibrios del modelo de producción intensivo en recursos naturales no renovables. Ambas confluyen en una presión generalizada sobre las producciones biológicas renovables, que comienzan a ser consideradas materias primas de múltiples aplicaciones industriales, cambiando incluso el tradicional perfil agrícola.²³

En este escenario, las motivaciones o *drivers* de la visión argentina sobre la bioeconomía (cuadro 1), vinculadas centralmente al establecimiento de una nueva estrategia de desarrollo para el país que alinea los

¹⁹ Asimismo, la composición de la demanda alimenticia seguirá virando hacia alimentos semielaborados o terminados, donde los productos con atributos específicos –orgánicos, alimentos funcionales y nutraceuticos– ocuparán un lugar cada vez más relevante. Por el lado de la oferta, la FAO prevé que el 90% del crecimiento de la producción mundial de granos provendrá de una mayor productividad y solo el 10% por expansión de la frontera agrícola (Fischer y Shah, 2010). A su vez, algunos estudios señalan que para 2050 América Latina liderará la producción de los cereales del mundo (Van der Mensbrugge *et al.*, 2009).

²⁰ Para mayor información véase <www.bloomberg.com/news/articles/2015-04-14/fossil-fuels-just-lost-the-race-against-renewables>.

²¹ Un conjunto amplio de países ha impulsado legislaciones para el uso masivo de biocombustibles –mezcla de gasolina con etanol o de gasoil con biodiésel– que introducen una cuantiosa demanda adicional sobre la producción de cereales y oleaginosas, abriendo múltiples interrogantes; entre ellos, la compatibilidad plena de uso de estos combustibles por parte del *stock* actual de los motores, el balance energético real de las diversas vías de obtención de biocombustibles, la complementariedad o sustitución entre alimentos y biocombustibles, y la magnitud de la demanda de biocombustibles respecto de las posibilidades de abastecimiento masivo por vías renovables. Sumado a ello, y de cierto modo complementariamente, la biomasa comienza a utilizarse como materia prima para la producción de plásticos biodegradables: nace la “química verde” y los biorreactores en reemplazo de los recursos fósiles.

²² En términos sencillos, los “plásticos” y otros similares -de uso masivo- no solo alteran el equilibrio ecológico a través del consumo de recursos naturales no renovables (petróleo y gas) sino que además derivan en basura con impactos negativos sobre el ambiente (terrestre y marítimo) (Castells i Boliart, 2014; Weng y Huimin, 2009; Europa Bio, 2010). Este es claramente otro argumento a favor de los avances en la “química verde” y la búsqueda de sustitutos a los recursos de origen fósil.

²³ La tendencia es hacia un mayor control de las variables aleatorias del proceso (climas, suelos, genética, malezas), para reducir incertidumbre, hacerlo más eficiente y a su vez agregar valor potenciando rasgos específicos en la materia prima (contenidos de almidón, proteína, terneza, pulpabilidad, etc.) (Viaggi *et al.*, 2012). En ese contexto, interesa tanto la escasez de determinados recursos (tierra cultivable, agua) como el control de una amplia variedad de seres vivos (plantas, animales, enzimas, hongos, bacterias, etc.) que operan como transformadores industriales o captadores de energía libre. Todo ello demanda nuevas soluciones tecnológicas y abre el espacio, principalmente, al desarrollo de la bio y nanotecnología. Ellas, en su devenir, establecen plataformas de nuevos conocimientos de amplia aplicación, generando innovaciones que van más allá de las respuestas necesarias para los desafíos globales mencionados. Véase BCR (2017).

resultados positivos en materia económica, social y ambiental, es plenamente consistente con la búsqueda de respuestas sustentables a la protección y provisión de “bienes públicos globales” y de solución de fallas de mercado de primordial relevancia.²⁴

ESTADO ACTUAL Y DESARROLLO DEL POTENCIAL BIOECONÓMICO

De acuerdo a la concepción prevaleciente en la Argentina sobre la bioeconomía, es vital para el país explotar su máximo potencial como vector para un proceso de largo aliento y sostenible de desarrollo. Al respecto, Argentina además de encontrarse, como ya se mencionó, frente a un escenario local y global altamente positivo para explotar este potencial, se encuentra ante la posibilidad de definir una estrategia que le permita posicionarse como uno de los actores influyentes en la configuración de ese nuevo escenario.

En este sentido, la disponibilidad que tiene el país de un enorme acervo de ROB es, sin dudas, el punto de partida para abordar el desarrollo de esa estrategia; al mismo tiempo, tal como se desprende de la visión local en la materia, estos recursos proveen las condiciones de base y abren la oportunidad para la concepción de una estrategia de desarrollo-país con la bioeconomía como pivote, pero no aseguran *per se* su materialización. Para ello, como ya se ha notado, la existencia de robustas capacidades científico-tecnológicas aplicadas –en especial, la adopción temprana de la primera ola de avances biotecnológicos– y de una trayectoria productiva importante en una diversa gama de actividades son condiciones complementarias indispensables. A ellas se agregan, más recientemente, innovaciones profundas 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 del modelo de negocios²⁵ (Anlló y Fucks, 2015; CIECTI, 2017). En suma, la concurrencia e interacción ROB/capacidades/innovación proveen una plataforma sumamente propicia para la transición hacia un mayor desarrollo socioeconómico de largo aliento, a impulsar por emprendimientos dirigidos tanto a la producción sustentable de biomasa como a la transformación industrial de la biomasa existente en una creciente diversidad de *outputs* (productos, servicios, etc.) intensivos en conocimiento.

El cuadro 2 presenta de forma estilizada, y tomando en consideración la falta de datos sistematizados en la materia,²⁶ las principales opciones de aprovechamiento de la biomasa en el país, en función tanto de las principales fuentes de ROB existentes como de las actividades de producción y procesamiento de biomasa. El cuadro hace referencia, asimismo, al desarrollo alcanzado por tales actividades en la Argentina al presente como su potencial de expansión en un horizonte temporal de mediano o largo plazo.

Es de destacar que para la mayor parte de las actividades indicadas existen posibilidades de un mejor aprovechamiento de la biomasa potencial a partir de producciones biológicas integradas y de la industrialización en origen con procesamiento de residuos (economía circular), aunque las iniciativas efectivas aún son incipientes y muy puntuales, como se verá más adelante en esta sección.

Por otra parte, la relevancia internacional y nacional que ha adquirido recientemente la bioeconomía ha generado la necesidad de dimensionarla, lo que ha llevado a la realización de algunas estimaciones de medición en distintos países.²⁷ A la fecha, no existe, sin embargo, una metodología plenamente desarrollada

²⁴ *Nature Climate Change* 4 (2014) doi: 10.1038/nclimate2419, Published online 29 October 2014; <www.nature.com/climate/journal/v4/n11/full/nclimate2419.html>; y *The European Bioeconomy in 2030* (2010).

²⁵ En su expresión más extrema (y virtuosa), estas nuevas configuraciones organizacionales y lógicas de negocios que se manifiestan más claramente en la actividad agroindustrial, se encuadran, respectivamente, en el concepto y las prácticas de redes de conocimiento/valor y de la economía circular

²⁶ El desarrollo de una nueva métrica para el cálculo del “capital” o “potencial bioeconómico” es el objetivo de un próximo trabajo de investigación que dará continuidad al presente.

²⁷ En un reciente trabajo del USDA se estimó que para el año 2013 el sector de productos de base biológica aportaban a la economía norteamericana 4 millones de puestos de trabajo y un valor agregado de US\$ 369 mil millones, con un multiplicador de empleo de 2,64. Por su parte, algunos docu-

Cuadro 2 Bioeconomía argentina: situación actual y desarrollo potencial

Fuente de ROB/biomasa	Actividad	Grado de desarrollo actual	Potencial de desarrollo
Recursos agropecuarios de la pampa húmeda extendida ²⁸	• Cultivos agrícolas diferenciados	Alto	++++
	• Intensificación sustentable	Medio	++++
	• Alimentos convencionales y diferenciados de 1ª generación	Alto	++++
	• Alimentos diferenciados de 2ª generación (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	Medio	++++
	• Bioquímicos	Bajo/medio	+++
	• Fitofármacos	Bajo	+++
	• Servicios ambientales y bioservicios	Bajo	+++
Bosques y recursos forestales maderables y no maderables ²⁹	• Diferenciación forestal vía desarrollos genéticos	Bajo	+++
	• Dendrocombustibles	Bajo	++++
	• Biomateriales	Bajo	+++
	• Bioconstrucción		+++
Recursos acuíferos (en particular, los aprovechables en el marco de Pampa Azul) ³⁰	• Productos marinos de alto valor agregado (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 (ej. biomedicamentos, biomateriales)	Bajo	+++
Biomasa de residuos	• Procesamiento de residuos sólidos urbanos y efluentes industriales	Bajo	+++

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

Fuente: Elaboración propia con base en Trigo *et al.* (2015 y 2016); PROBIOMASA (2017); Rodríguez *et al.* (2017).

mentos de la Unión Europea estimaban que para 2009 los sectores aglutinados en torno a la bioeconomía –bioproductos químicos y bioplásticos; alimentación; agricultura; pulpa y papel; y forestal– explicaban más de 2 trillones de euros (el 17% del PBI de los 27 países miembros de la UE), y significaban cerca de 22 millones de empleos, principalmente en pymes de las áreas rurales (un poco menos del 10% del total de empleos de la UE).

²⁸ Incluye tanto la zona de cultivos como la de pasturas dedicada principalmente a la crianza de ganado.

²⁹ Se concentran principalmente en las regiones norte y noreste del país y en la región andina patagónica (véase la sección siguiente). Supone además tomar en cuenta los bosques nativos, las plantaciones forestales, como asimismo una amplia gama de residuos de las actividades forestales y silvícolas: residuos de industrias forestales y aserraderos, y de la poda y cosecha de varios cultivos. Las estimaciones existentes que requieren actualización (datan de 2011), son de 146 millones de toneladas anuales para los dendrocombustibles, ocupando el primer lugar en materia de aprovechamiento de biomasa para la producción de bioenergías, seguidas por la proveniente de la explotación agrícola con un total de 81 millones de toneladas anuales (Trigo *et al.*, 2016).

³⁰ Se extiende sobre la zona económica exclusiva argentina en el mar Argentino y el océano Atlántico.

que permita la comparación internacional de la contribución de la bioeconomía al PBI. En este sentido, su cuantificación es un desafío metodológico no menor dado que se apoya en datos agrupados por los clasificadores mayormente utilizados (CIU, NCE, CPC) que no fueron pensados para clasificar la industria biobasada y que no se adaptan a la complejidad que presenta este sector. Asimismo, el Sistema de Cuentas Nacionales actualmente vigente (SCN08) de Naciones Unidas, no incorpora el fenómeno aquí tratado, dificultando las comparaciones internacionales de las estimaciones existentes (Wierny *et al.*, 2015). No obstante estos recaudos, también estos autores afirman que "...la adopción del enfoque de SCN permitirá en un futuro la comparabilidad internacional del peso de la bioeconomía en cada país". En función de ello el trabajo de Wierny propone "...realizar la estimación de la bioeconomía y su contribución al PBI respetando los principios generales del SCN08 para la medición del PBI y cuentas satélite comparables internacionalmente".³¹

En el caso de la Argentina, el estudio mencionado constituye el punto de referencia casi obligado sobre esta cuestión, sobre la que se han basado estimaciones posteriores siguiendo la misma metodología (CIECTI, 2018; Coremberg, 2019). El estudio estima para el año 2012 que la bioeconomía en Argentina representaba un 15,4% del PBI, del cual un 58% (8,9% del PBI) se generaba por el sector agropecuario (biomasa) y el 42% restante (6,5% del PBI) por la industria de productos manufacturados biobasados. 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 exportado, e integraba cadenas globales de valor.

En un estudio del CIECTI (2018) se busca actualizar esta primera aproximación, siguiendo criterios similares, donde se estima que para 2016 el peso de las actividades bioeconómicas había aumentado 1,3 puntos porcentuales del PBI en relación a los valores de 2012, alcanzando el 16,7% del PBI e implicando una cifra mayor (60%) que la previamente asignada a las actividades agropecuarias. Finalmente, en la actualización realizada de su primer estudio por la Bolsa de Comercio (Coremberg, 2019) se estima que el peso de la bioeconomía en el PBI alcanzaba en el año 2017 el 13,3% del PBI, del cual el 41,1% (6,6% del PBI) se generaba por el sector agropecuario (biomasa) y el 41,8% restante (6,7% del PBI) por la industria de productos manufacturados biobasados. Esta caída, del 2,1% y del 3,4% respectivamente, en relación con los valores de los análisis previos está fuertemente asociada a la disminución de la incidencia de las actividades primarias debido a la baja del precio internacional de las *commodities* agropecuarias. Por otra parte, si al peso de las actividades directas se sumara el de los sectores asociados –como el del comercio y el de la reparación de equipamiento vinculado a las actividades bioeconómicas– se estima que el guarismo del peso de la bioeconomía en el PBI treparía entre 2 y 3 puntos porcentuales.³²

El cuadro 3 sintetiza los valores referidos para los años 2012, 2017 y 2018, a los fines de facilitar la identificación de la incidencia de la bioeconomía en el PBI, desglosando además las actividades manufactureras ligadas a las actividades bioeconómicas entre aquellas de origen agropecuario (MOA) y las de origen industrial (MOI).

³¹ La metodología es una adaptación de la estimación realizada por Wierny (2013) para la WIPO (World International Property Organization), donde se mide la contribución económica de las industrias protegidas por derechos de autor en la Argentina. Para un análisis detallado de estas cuestiones, véase Trigo *et al.* (2015).

³² Sobre el precio internacional de las *commodities* consultar en <<http://agropecuaria.org/2016/05/caen-los-precios-internacionales-de-los-agroalimentos-pero-persiste-la-presion-sobre-la-naturaleza/>>. Por otra parte, en algunos ámbitos se piensa que los biocombustibles explican casi la totalidad de la bioeconomía. Sin embargo, el trabajo de Wierny *et al.* (2015) muestra que los biocombustibles en Argentina proporcionaban en 2012, solo el 3% del total de la bioindustria. Los biocombustibles derivados de cereales y oleaginosas generaban un 79,5% de ese total, el bioetanol de caña de azúcar un 12% y el biogás el 8,5% restante. Un porcentaje relevante del total del valor agregado industrial se generaba por fuera del sector de biocombustibles (97%) cuya canasta de productos y actividades es muy heterogénea. De hecho, 27 actividades industriales acumulaban el 83,7% del valor agregado bio, las que si se agregan por bloques productivos, llevaban a que la principal actividad bioindustrial la generaba el bloque de alimentos y bebidas (36,4%); seguida por el complejo aceitero (27,1%) y otros productos bioindustriales (16,4%) –completaban el total el complejo de madera, pulpa y papel (11,9%), el cuero y sus derivados (5,4%) y los biocombustibles (3%)-. En este trabajo del CIECTI (2018) no se ha hecho la actualización de estas cifras al año 2016, pero de las entrevistas con expertos/as se estima que, si bien el peso de los biocombustibles ha ascendido, no modifica radicalmente la situación de cuatro años atrás.

Cuadro 3 Participación de la bioeconomía en el PBI (2012, 2016 y 2017)

Año	Sector	Millones de pesos	Millones de dólares	% total	% PBI
2012		191.525	42.093	58	8,9
2016	PRIMARIO	789.292	49.829	60	9,8
2017		592.049	35.745	41,1	6,6
INDUSTRIA MANUFACTURERA					
	Total	139.149	30.582	42	6,5
2012	MOA	120.300	22044	30	4,7
	MOI	38.849	8.538	12	1,8
	Total	555.726	35.083	40	6,9
2016	MOA	410.754	25.931	31	5,1
	MOI	144.972	9.152	9	1,8
	Total	601.978	36.345	41,8	6,7
2017	MOA	402.580	24.391	27,9	4,5
	MOI	199.398	12.039	14,8	2,2
2012		330.673	72.675	100	15,4
2016	TOTAL BÍO	1.345.018	84.912	100	16,7
2017		1.227.536	76.392	100	13,3

Fuentes: Wierny et al. (2015); CIECTI (2018); Coremberg (2019).

Por su parte, examinando experiencias puntuales se observa que las capacidades científicas y tecnológicas en la materia, aunque en muchos casos no se encuentren integradas a las actividades generadoras de biomasa ni a las actividades para su aprovechamiento y transformación, tienen un grado de desarrollo significativo. En 2015 había 91 grupos de investigación en biotecnología con proyectos acreditados en el sistema científico y tecnológico argentino, compuestos por 721 investigadores/as y becarios/as. Algunas iniciativas destacadas en materia de la ciencia aplicada y el desarrollo experimental, con distintos grados de avance, se muestran en el cuadro 4, donde se especifican sus implicancias o externalidades positivas, los actores/as involucrados y su ubicación regional (según la definición de regiones con un criterio jurisdiccional).

Como se deduce del cuadro 4, en el ámbito de los actores institucionales que pueden aportar sistémicamente a la generación de conocimiento científico y tecnológico, que se articule con el potencial biomásico para la emergencia de la bioeconomía con sus elementos constituyentes (tal como se la definió previamente), se destacan distintos centros e institutos del CONICET, universidades nacionales, centros del INTI y unidades del INTA. Desde el sector productivo también se refuerza con los ejemplos de casos de innovaciones ya implementadas (cuadro 5) sobresaliendo la presencia de empresas y asociaciones empresarias relacionadas con los sectores de alimentos, forestal y energía.

Esta combinación de un potencial de generación de biomasa cuantitativamente significativo y variado, y la trayectoria de acumulación reciente de importantes capacidades científicas, tecnológicas e incipientemente de innovación en el área constituyen, como ya se enfatizó, los pilares para la articulación de una estrate-

Cuadro 4 Experiencias destacadas en ciencia aplicada y desarrollo experimental

Región	Grupos de investigación	Implicancias o externalidades
Cuyo	Instituto de Biología Agrícola de Mendoza (IBAM) CONICET-Universidad Nacional de Cuyo (Facultad de Ciencias Agrarias)	Aprovechamiento de residuos vitivinícolas con fines biotecnológicos (principios activos)
	Universidad Católica de Cuyo	Producción de ácido poliláctico a partir de residuos de la actividad vitivinícola y olivícola
	INTI Mendoza	Aplicaciones biotecnológicas para el desarrollo de ingredientes funcionales a partir de subproductos de la industria cárnica
	INTI San Juan	Proyecto SUMO (uso sostenible de la biomasa procedente del procesado oleaginoso) Plan de Acción EU-CELAC
	INTI San Luis	Valoración de residuos industriales: cáscara de huevo
	Instituto de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan	Reutilización y valoración de residuos de la agroindustria de la región de Cuyo: carbones activados, bioetanol de segunda generación, tratamientos térmicos para combustibles, polímeros y materiales compuestos
NEA	Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias aplicadas a la industria de la Universidad Nacional de Cuyo-CONICET	Innovación de las principales herramientas biotecnológicas para vinificación, levaduras y enzimas pectinolíticas, para la diferenciación de los vinos de la región sur de Mendoza
	Apoyo INTA y productores vitivinícolas locales	
	Laboratorio de Toxicología Ambiental, Instituto de Medicina y Biología Experimental de Cuyo (IMBECU) CCT CONICET Mendoza	Desarrollo de un nuevo insecticida con base nanotecnológica, a partir de subproductos de residuos agrícolas
NOA	Aglomerado Productivo Forestal de la Provincia de Misiones y Corrientes	Generación de emprendimientos bioeconómicos a partir de la madera
	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 I+D para el aprovechamiento de la biomasa celulósica en los sectores arrocero y forestal
NOA	Instituto de Bioprospección y Fisiología Vegetal (INBIOFIV) de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Tucumán	Varios proyectos de búsqueda de nuevos compuestos químicos con potencial para la creación de valor económico y uso sostenible, con desarrollo experimental de formulaciones
	INTA EEA Catamarca	Alperujo como subproducto y fertilizante orgánico
Pampeana Norte	Centro de Investigaciones y Transferencia de Santiago del Estero (UNSE-CONICET), Frigorífico Forres Beltrán, productores ganaderos de la región y gobierno de la provincia de Santiago del Estero	Desarrollo biotecnológico aplicado al monitoreo y control de enfermedades infecciosas que afectan la producción ganadera y sus derivados en la provincia de Santiago del Estero
	Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE) CONICET-Universidad del Litoral (Facultad de Ingeniería Química)	Generación de energías limpias y productos de mayor valor a partir de biomasa residual de la Región Litoral
Pampeana Sur	Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) CONICET-Universidad Nacional de Mar del Plata (Facultad de Ingeniería)	Aprovechamiento de la biomasa en la producción de materiales estructurales y avanzados (compuestos de PU, aglomerado, recubrimiento de metales, espumas de PU, compuestos, <i>films</i> , materiales con memoria de forma, etc.)
Patagonia	CENPAT (CONICET)-UTN Chubut-Jono Wakame	Aprovechamiento del alga <i>Undaria pinnatifida</i> para la industria alimenticia
Gran Buenos Aires	Centro INTI-Ambiente	Aprovechamiento del suero lácteo: utilización de un residuo contaminante de la producción de ricota para generar biogás, proveyendo una alternativa para mejorar la calidad y sustentabilidad del sector

Fuente: Elaboración propia con base en <www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/bioeconomia-2016/>.

Cuadro 5 Experiencias destacadas en materia de innovación³³

Región	Implementadores	Innovación
Cuyo	CAPP: Tysa, EMESA, UNCUYO, 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-UNCUYO	Insecticida biológico para control biológico de la polilla de la vid
	BioLev	Levaduras secas activas de la Argentina para la fermentación de vinos
NEA	Empresa Avícola Luján de Cuyo	Proyecto Planta de procesamiento de harina de vísceras, plumas y sangre
	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 recursos naturales de la región
NOA	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 I+D para el aprovechamiento de la biomasa celulósica en los sectores arrocero y forestal
	Ledesma	Sustitución de energía fósil por renovable
	Productos Alimenticos Sofia 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
NOA	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 cítrica, biorrefinería en el Ingenio Leales, planta para la producción de etanol de primera generación
Pampeana Norte	Centro Provincial de Formación Profesional No. 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 químicos
	Prodeman	Procesamiento y tratamiento de cascara de maní: pasaje de fuente de contaminación ambiental (residuo) a insumo para la producción de 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 de Residuos en el Mercado Central"
Patagonia	Sinergia público-privada CONICET (IPATEC) y productores locales	Desarrollo de levaduras patagónicas

Fuente: Elaboración propia con base en <www.bioeconomia.mincyt.gov.ar/bioeconomia-2016/>.

³³ Complementando los listados, cabe señalar que en el marco del Programa RenovAr se están desarrollando proyectos adicionales a los ilustrados para la puesta en funcionamiento de plantas de generación de energía derivada de biomasa.

gia de desarrollo de la bioeconomía en la Argentina. En otras palabras, lo que caracteriza a la bioeconomía es la amplia disponibilidad de recursos para la producción de biomasa, conjugada con una base industrial y de ciencia y tecnología bien desarrolladas (Trigo *et al.*, 2015). Se debería agregar que es vital, además, que todas las dimensiones funcionen con un alto grado de articulación y a su vez generen diferentes sinergias y masas críticas de capacidades en un marco de sustentabilidad.

En el caso argentino, como se mencionó, es muy importante y variado el potencial biomásico y existen importantes capacidades científicas y tecnológicas pero aún son incipientes los desarrollos a nivel de transformación y aprovechamiento de los ROB utilizando bioprocesos, agregando valor y respondiendo a una lógica de economía circular. Por otra parte, la articulación entre el potencial biomásico y las capacidades existentes es aún débil por lo que son esas las dimensiones en las que existe un espacio para incidir de forma estratégica para el pasaje de una economía con riqueza de biomasa a una bioeconomía.³⁴

En la próxima sección se identifican las biorregiones tomando como primer criterio para ello a los ROB predominantes, para luego incorporar elementos que reflejan las capacidades científicas y tecnológicas disponibles en cada una de las biorregiones que pueden servir de base para la generación de conocimientos para el aprovechamiento, la transformación y el agregado de valor a la biomasa existente y potencial.

LINEAMIENTOS CONCEPTUALES PARA UNA ESTRATEGIA NACIONAL DE DESARROLLO DE LAS BIOECONOMÍAS REGIONALES

La perspectiva territorial de la bioeconomía en la Argentina es abordada de manera cada vez más sistemática en los últimos años.³⁵ El componente territorial, o regional, es fundamental no solo por las características de 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 (“efecto localización”). La dimensión regional de la bioeconomía es particularmente relevante en un país con un extenso territorio y una diversidad considerable de fuentes de ROB, como es el caso de la Argentina.

En este escenario de “alta disponibilidad / alta heterogeneidad de biomasa”, es de prever que la estrategia de desarrollo de la bioeconomía en el país se encuentre estrechamente ligada a la identificación y promoción de senderos de agregación de valor a nivel regional, intensivos en conocimiento, para optimizar el aprovechamiento de los ROB disponibles en cada ámbito territorial. Lo dicho cuenta con un consenso casi generalizado en la “comunidad bioeconómica”, como bien lo expresan varios de sus principales actores (Trigo *et al.*, 2015 y 2016), a saber, la bioeconomía argentina constituirá en realidad el agregado de las cadenas o redes de valor conformadas en regiones específicas para la explotación de la biomasa allí existente. En otras palabras, la bioeconomía argentina tendrá una configuración “confederal” que exprese, por una parte, la diversa oferta de biomasa y, por la otra, la disponibilidad de capacidades de distinta índole para su aprovechamiento. Esta definición estratégica, cabe destacar, implica la necesidad de abordar la cuestión territorial, cuya primera expresión bien puede ser hacer uso de la noción de regiones bioeconómicas o biorregiones.

La importancia asignada a las biorregiones como vehículos de desarrollo de la bioeconomía no es pionera ni privativa de la Argentina. Por el contrario, la Unión Europea tuvo la iniciativa en la materia, llevando a cabo

³⁴ Es importante reiterar que lo que destaca a la bioeconomía es su carácter transversal que cruza a todos los sectores de una manera sinérgica e integrada. Esta característica la diferencia fundamentalmente de la simple explotación, e incluso primera transformación, de los recursos naturales disponibles para la integración a cadenas de valor internacionales (Trigo *et al.*, 2015).

³⁵ Véase <www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/bioeconomia-argentina/>.

diversos análisis para entender los factores impulsores o *drivers* de la configuración de biorregiones, propios de los diversos espacios territoriales –ej., recursos, bienes, núcleos productivos, intereses económicos y procesos de creación de capacidades– o externos –ej., incremento de la competitividad o promoción del desarrollo económico de una región en particular, reducción de la dependencia de una región o país respecto de materias primas o combustibles importados, respuesta a desafíos ambientales o territoriales (como pérdidas de población en áreas rurales o cambio climático), etc.–. Es más, en el caso europeo se observa que, además de los programas y estrategias regionales y nacionales para estimular la bioeconomía, existen considerables desarrollos de iniciativas a nivel subnacional a través de proyectos promovidos por autoridades locales y regionales, por empresas privadas o por universidades y centros de investigación a los que se suman en algunos casos proveedores de servicios tecnológicos y de innovación (Comisión Europea, 2017).

Ahora bien, y quizás paradójicamente, a pesar de las numerosas iniciativas europeas por conocer más acerca de la configuración regional de la bioeconomía, el nivel de conocimiento práctico sobre cómo estimular la bioeconomía a nivel regional es considerado bajo. En tal sentido, muchos trabajos exploratorios sobre el tema señalan que la perspectiva regional ha sido, hasta el presente, la menos explorada y que requiere un enfoque con una mayor investigación y profundización analítica sobre los aspectos regionales y locales en la transición hacia el nuevo modelo que implica la bioeconomía y el amplio espectro de sectores que la integran.

Por lo tanto, si bien la creciente consideración sobre la dimensión regional de la bioeconomía induce a identificar diferentes oportunidades de desarrollo territorial, al mismo tiempo plantea el desafío de lograr mayor precisión en la identificación de los factores constitutivos de una biorregión. En tal sentido, siguiendo la concepción de bioeconomía adoptada en este trabajo, una región bioeconómica o biorregión se concibe aquí como un ámbito territorial multidimensional en el que, si bien la oferta predominante de ROB delinea sus confines, factores tales 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, son también constitutivos de su configuración.³⁶ Desde esta perspectiva, el diseño y la conformación de ecosistemas apropiados a cada perfil regional que apalanquen debidamente los procesos de producción, explotación y procesamiento son clave para que una biorregión “potencial” se traduzca en una plataforma de desarrollo bioeconómico. Se trata, sin dudas, de un proceso complejo de “construcción” o “ensamblaje”, ya que implica una suerte de “geometría variable” de esquemas de articulación y coordinación –de “gobernanza”, si se quiere– que posibilite alinear intereses, potenciar el desarrollo de las capacidades requeridas en origen y maximizar los flujos de intercambio de conocimientos a escala regional (Lengyel, 2019).

Esta falta de precisión sobre la noción de biorregión se acentúa en el caso de los denominados “bioclústeres” –o ecosistemas regionales–, noción que en términos generales hace hincapié implícitamente en una desagregación adicional al interior de una biorregión con la consiguiente generación de condiciones institucionales, de infraestructura, de *stocks* de conocimiento, etc., para cada perfil “subregional” de ROB potencialmente aprovechable.

El abordaje europeo sobre los “bioclústeres” regionales en ese continente pone el acento en que se construyen alrededor de los gobiernos y representantes de asociaciones sectoriales, así como de instituciones académicas, científicas y tecnológicas; destacando que los bioclústeres constituyen una importante herramienta para acercar y reunir a los actores en torno de productos o sectores específicos de la bioeconomía.³⁷

³⁶ En la subsección que sigue se realiza un esfuerzo metodológico importante para operacionalizar esta conceptualización, presentado un mapeo de las biorregiones argentinas a partir de, fundamentalmente, la consideración de las características de la biomasa predominante y las actividades bioeconómicas observadas y potenciales a partir de esos recursos. Este esfuerzo es el primer escalón en el trabajo de aproximación georeferenciada al potencial bioeconómico del país (también denominado “mapa del potencial bioeconómico argentino”) que, en su primera versión, el CIECTI concluirá en los próximos meses.

³⁷ El informe de la Comisión Europea que hace mención a esta dinámica (2017) resalta que, en comparación con los clústeres industriales tradicionales, los clústeres bioeconómicos frecuentemente necesitan integrar también a productores de recursos biológicos (agricultores, pescadores, así como a sus asociaciones y cooperativas, por ejemplo). En particular, a nivel gubernamental, la coordinación entre las diferentes áreas de política (I+D, desarrollo económico, agricultura, medio ambiente) a nivel local es imprescindible para promover la bioeconomía. A ello se suman organizaciones ya existentes y con distintos grados de desarrollo y otras que serán creadas, relacionadas con la bioeconomía, como los consejos de estrategia en bioeconomía, las plataformas tecnológicas, las redes, los órganos de coordinación operativa, entre otros.

Recuadro 1 Ejemplos de bioclústeres en Europa

- Clústeres basados en recursos biológicos: clúster del corcho en Extremadura (España), del papel en Värmland (Suecia), de la madera (Croacia) e “Innovin” del vino en Bordeaux-Aquitaine (Francia).
- Clústeres basados en agroalimentos: Pole Industries & Agro-Resources (IAR, Francia), Food+i (Norte de España), Agri-TechEast (Gran Bretaña), Food Nordwest (Dinamarca), Food Cluster od Lower Austria (Austria).
- Clústeres de bioenergía: Canterbury Bioenergy Cluster (Gran Bretaña), Cluster of Bioenergy and Environment of Western Macedonia (Grecia), y Dynamic Bionenergy Cluster Center Finland (Finlandia).
- Clústeres en biotecnología industrial/nuevos materiales/biorefinerías: North-Rhine-Westphalia (Alemania), Biorefinerías holandesas GreenWin (Wallonie, Bélgica).
- Clústeres químicos: Lombardy Green Chemistry Cluster (Italia), Bioeconomy Central Germany (Alemania), Grangemouth Cluster (Escocia, Gran Bretaña).
- Clústeres biomarinos: Pòr Mer Bregtañe Atlantique (Francia), Welsh Seafood Cluster (Gran Bretaña).

Fuente: Comisión Europea (2017).

En suma, la principal conclusión de la mirada europea, al menos de acuerdo al documento mencionado, se centra en la clara evidencia de que el desarrollo y fortalecimiento de los bioclústeres debe no solo incluir a los distintos grupos involucrados, en particular a nivel local y subregional, sino también lograr que los sistemas de políticas de apoyo, producción y distribución evolucionen crecientemente en línea con las demandas cambiantes de un modelo circular y descentralizado al que se quiere apuntar. En este sentido, se destaca en particular que no puede hacerse referencia al diseño de un modelo regional único para la implementación de opciones de aplicación bioeconómica en diferentes territorios. Tanto las estrategias, los modelos de negocios como las políticas de apoyo deben tener en cuenta las características de la localización en consideración y de su ecosistema subregional bioeconómico (Comisión Europea, 2017). En el recuadro 1 se mencionan algunos bioclústeres europeos de relevancia.

Con el ánimo de aportar a una conceptualización con mayor grado de precisión de los denominados bioclústeres desde una perspectiva argentina, en este trabajo se define a estos como agrupaciones homogéneas de actividades bioeconómicas con mayor especificidad territorial que el de una biorregión –alcance local en vez de regional en términos de producción de biomasa, actividades y procesos bioeconómicos predominantes–, constituida sobre la base de la participación, vinculación y articulación coordinada de actores multidimensionales –públicos y privados, del ámbito productivo y de producción de saberes, localizados o no en la subregión– que aportan distintas capacidades y conocimientos, frecuentemente interdisciplinarios y transectoriales.

De acuerdo a esta definición, para constituir un bioclúster no alcanza con el simple desarrollo de una misma actividad bioeconómica por diferentes actores en una misma localización, sino que es necesaria la presencia de la red de actores y vinculaciones que le den sustento y potencialidad a esas actividades, articulándose y generando espacios formales e informales para el intercambio y la transferencia de conocimiento para concebir y adoptar decisiones conjuntas sobre prioridades estratégicas, financiamiento e implementación, precisar cursos de acción, etc. Pueden apreciarse ejemplos de bioclústeres en la Argentina en el recuadro 2.

Recuadro 2 Ejemplos de bioclústeres en la Argentina

- Clúster basado en procesos biológicos para la obtención 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.
- Clúster basado en el desarrollo de productos lácteos funcionales: provincias de Santa Fe y Buenos Aires.
- Clúster para el desarrollo de bioetanol y bioelectricidad a partir de sorgo azucarado (cultivo energético complementario de la caña de azúcar).

Fuente: Elaboración propia.

En la práctica, los bioclústeres pueden tener arquitecturas institucionales y sistemas de gobernanza diversos por ejemplo, mecanismos de coordinación tales como 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 (Lengyel, 2019).

En este marco, dado que las capacidades y el grado de articulación de los actores locales alrededor de una actividad bioeconómica que caracterice a una localización puede ser variable, tanto a los efectos conceptuales como a los de identificar las mejores estrategias de intervención desde la política pública, puede ser más útil pensar en categorías o un gradiente de bioclústeres de acuerdo al grado de desarrollo de sus principales dimensiones constitutivas, en vez de inclinarse por un concepto absoluto que sea aplicable a pocos casos e impida identificar otros con el potencial de evolucionar hacia modalidades más complejas a partir de estrategias de apoyo.

En este sentido, la identificación de dimensiones de análisis reviste de mucha utilidad a la hora de caracterizar a los bioclústeres y, por consiguiente, de definir las estrategias de intervención a llevar a cabo. Se pueden mencionar las siguientes:

- Dimensionamiento comprehensivo del bioclúster (número de empresas, peso en la economía local, I+D, patentes, recursos humanos calificados, etc.).
- Volumen de articulación local.
- Grado y tipo de coordinación.
- Integración a cadenas internacionales.
- Complejidad tecnológica.
- Grado de circularidad de los procesos productivos.

BIORREGIONES EN LA ARGENTINA: PERFILES BIOECONÓMICOS Y DIMENSIONES CLAVE PARA SU DESARROLLO

Criterio metodológico

El trabajo metodológico para la identificación de regiones bioeconómicas en el país se inició con una revisión de experiencias y antecedentes internacionales en materia de regionalización de base bioeconómica. Vale mencionar que desde 2010, y crecientemente, son muchos los países que han elaborado sus planes y estrategias para promover la bioeconomía, algunos de ellos desde una perspectiva original. No obstante, la dimensión territorial en materia de impulso de la bioeconomía no siempre se encuentra presente, de hecho resulta escasa. En los casos en que efectivamente se explicita como propósito estratégico, las unidades de análisis y de intervención suelen ser los clústeres –que, cabe señalar, son definidos de manera variable–. En este sentido, el concepto de región como unidad de agregación territorial superior a la de clústeres constituye un vacío de concepción e intervención bastante generalizado.

Sin perjuicio de lo dicho, existe un antecedente al que vale la pena referirse dadas las características de su abordaje, su actualidad e impacto; se trata de la publicación de la Comisión Europea, ya desarrollada en la sección anterior, titulada *Bioeconomy development in EU regions*, de 2017. Este documento analiza las actividades de I+D+i en temas vinculados a la bioeconomía y previstas en las denominadas *Smart Specialisation Strategies (RIS3) 2014-2020* de los 28 países y las regiones subnacionales de la Unión Europea, análisis que se enriquece a partir de otras fuentes de información estadística también a nivel regional. Presenta un marco conceptual relevante y actualizado para el análisis comparado y profundiza analíticamente en conceptos tales como los de cadenas de valor, especializaciones y ecosistemas regionales, complejidad tecnológica, identificación de perfiles bioeconómicos y estrategias de clusterización.³⁸

A los fines del presente trabajo la publicación de la Comisión Europea, dados sus atributos mencionados, constituye una referencia ineludible para el análisis comparado de regiones bioeconómicas, su caracterización y la identificación de estrategias de promoción. No obstante, cabe señalar que hay diferencias sustanciales entre los propósitos y el punto de partida del análisis regional del trabajo de la Comisión Europea y la identificación de regiones bioeconómicas y sus oportunidades de desarrollo en la Argentina, objeto de la presente sección.³⁹ Esto implica que para el caso argentino se haya tenido que desarrollar una tarea metodológica inicial *ad hoc*, que en breve se hará explícita.

La bioeconomía como objeto de análisis presenta muchos y diversos puntos de apoyo de gran relevancia por su peso específico: la economía sustentable, la valorización de los territorios, el desarrollo científico-tecnológico, el ecosistema de innovación, la concientización ambiental de consumidores y la preservación ambiental, por mencionar solo algunos. Así, la decisión de dividir un país tan vasto como el argentino en función de su potencialidad bioeconómica impone el compromiso de favorecer algunos criterios y postergar otros –que son muchos y probablemente también válidos desde alguna perspectiva alternativa–. El propósito de este apartado es explicitar la toma de decisiones metodológicas que dieron origen a esas entidades geográficamente significativas, que son las regiones bioeconómicas –o biorregiones– identificadas. El proceso se inició con la priorización de premisas metodológicas y tuvo continuidad en la aplicación de técnicas de manejo de información espacial sobre la base de un conjunto de fuentes consultadas. Las premisas seguidas son las siguientes:

³⁸ También, merece mencionarse la iniciativa BioEconomy Regional Strategy Toolkit (BERST), que tuvo como propósito explorar el potencial bioeconómico de las regiones de la Unión Europea y desarrollar un toolkit para promover su aprovechamiento (www.berst.eu).

³⁹ En síntesis, en el caso europeo se parte de una regionalización preexistente y una variedad de fuentes de información desagregadas a ese nivel, lo cual posibilita efectuar la batería de análisis arriba mencionadas. Las regiones argentinas, por su parte, tienen relevancia principalmente como unidades de agregación “natural” desde diversas disciplinas, pero no ofician como unidades ejecutoras ni cuentan con presupuesto asignado.

- Que las regiones brinden información sintética de las actividades bioeconómicas comparativamente ventajosas que pueden ser emprendidas en ellas. Se asume que cada espacio geográfico –que en términos de unidades de medida de superficie podrían ser hectáreas– presenta mayor aptitud para el desarrollo de determinadas actividades bioeconómicas que para otras. Si bien los determinantes de ese estatus son variados, en este trabajo se priorizó el criterio de “tipo de biomasa predominante” en el territorio por sobre otros, por ejemplo, densidad de instituciones de producción científica en biotecnología. En definitiva, el uso y la cobertura de los suelos demarca el abanico de opciones productivas que pueden desarrollarse en un territorio y direccionan los incentivos de las actividades de I+D+i de las instituciones públicas y las empresas que residen en él.⁴⁰
- Que esa potencialidad sea comunicable de manera sencilla y directa a diferentes públicos, incluso a aquellos poco familiarizados con la geografía argentina. Se espera que el mapa de regiones bioeconómicas, en la presente o en alguna versión posterior, sea consultado por diferentes audiencias y con propósitos diversos. Atendiendo a ello, se ha decidido que los mapas resultantes ofrezcan un acceso ágil y dinámico a la información más relevante, y a la vez estimule el interés por conocer con mayor detalle el potencial y las capacidades bioeconómicas del país. En términos prácticos lo antedicho implicó admitir la solución de compromiso de efectuar una síntesis de usos y cobertura de suelos muy diversos en una misma región, y en algunos casos forzar una continuidad geográfica a fin de estilizar el plano infográfico de los mapas (recuadro 3). Por otra parte, y de manera complementaria, también se ponen a disposición aperturas a nivel de cada región bioeconómica que permitirán profundizar el análisis a un nivel más desagregado.

Recuadro 3 Digresión metodológica

Dadas las premisas presentadas, las regiones bioeconómicas se definieron en función de dos criterios fundamentales:

- Tipo de cobertura vegetal.
- Contigüidad espacial de las regiones.

Los principales recursos de biomasa funcionales al concepto de Bioeconomía fueron identificados sobre la base del mapa de Usos y Coberturas del Suelo (Volante *et al.*, 2009). La ventaja de esta fuente de información es que fue publicada por un organismo oficial y generada de manera homogénea para todo el territorio argentino de acuerdo al sistema de clasificación *Land Cover Classification System* de la FAO.

Los usos y las coberturas del suelo son relativamente dinámicas tanto espacial como temporalmente. Si bien no ocurrieron cambios drásticos a escala de todo el territorio nacional, algunas áreas específicas sí experimentaron modificaciones en la última década debido, fundamentalmente, a la expansión de la frontera agrícola (Seghezzeo *et al.*, 2011, Vallejos *et al.*, 2015). Con el objetivo de intentar capturar los cambios ocurridos, entonces, se ajustó el mapa del INTA con información más actualizada y específica disponible para algunas coberturas vegetales.

Para la región del Chaco Seco se actualizó la cobertura de áreas cultivadas a partir de la capa de los lotes desmontados ente 2008 y 2015 (Colección 4.1 Argentina, FAUBA-INTA). Por otra parte, las forestaciones, en macizos y cortinas, se actualizaron con las capas del Ministerio de Agroindustria publicadas en 2017.

(cont.)

⁴⁰ No obstante, como ya ha sido sugerido, corresponde aclarar que el potencial bioeconómico de un territorio no depende con exclusividad de su biomasa ni de su biodiversidad. En efecto, el desarrollo socioeconómico, la creación de empleo y la prosperidad regional demandan no solo el aprovechamiento de biomasa sino su procesamiento y agregación de valor en origen por medio de su enriquecimiento tecnológico y el desarrollo de negocios. Por este motivo, en el presente documento la variable producción de conocimiento formará permanentemente parte del análisis.

(cont.)

Si bien las regiones se establecieron sobre la base del tipo de cobertura vegetal predominante, funcional al concepto de bioeconomía, es preciso señalar que presentan heterogeneidades a su interior. Esas áreas representan otros usos y coberturas locales que pueden tener o no relevancia bioeconómica pero su expresión espacial es reducida dentro de la biorregión.

Para la elaboración de los mapas que se muestran en este documento se consultaron las siguientes fuentes de información espacial en formato digital:

- *Mapa de Usos y Coberturas de Suelo*. INTA, 2009.
- *Cobertura del suelo de la República Argentina*. Volante J. N. et al., 2006-2007 (LCCS-FAO).
- *Mapa de Regiones de Bosques*. Dirección de Bosques (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, mapas.ambiente.gob.ar/?idarticulo=12857).
- *Mapa de Áreas Prioritarias de la Iniciativa Pampa Azul*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación.
- *Mapa de Macizos Forestales*. Ex Secretaría de Desarrollo Foresto Industrial del ex Ministerio de Agroindustria de la Nación; actualmente Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.
- *Mapa de los desmontes en la Región Chaqueña*. Vallejos, M., Volante, J. N., Mosciaro, M. J., Vale, M. L., Bustamante, M. L. y Paruelo, J. M. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, INTA y la Red Agroforestal Chaco Argentina.
- *Redes de distribución eléctrica de media y alta tensión*. Ministerio de Energía y Minería. Secretaría de Coordinación de Planeamiento Energético. Dirección Nacional de Información Energética.
- *Límites, Vías de Comunicación, Ejidos Urbanos*. Instituto Geográfico Nacional.
- *Plantas de bioenergía*. Dirección Nacional de Información Energética, Ministerio de Energía y Minería y capa de sitio web www.bioeconomia.com.ar, por Emiliano Huergo.
- *Universidades Públicas Nacionales*. Elaboración propia con base en datos web del Consejo Interuniversitario Nacional.
- *Grupos de Biotecnología en Argentina*. Elaboración propia con base en el primer relevamiento nacional a empresas y grupos de biotecnología del país, Sistema Integrado de Indicadores CTI, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación.
- *Empresas de la Cámara Argentina de Biotecnología*. Elaboración propia con base en información del sitio web cabiotec.com.ar.
- *Unidades CONICET*. Elaboración propia con base en información de sitio web.
- *Mapa de Red INTI*. Publicado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- *Mapa de sedes del INTA*. Caldera, J., Malvido, A. y Bellini, Y. SIG de Unidades INTA.

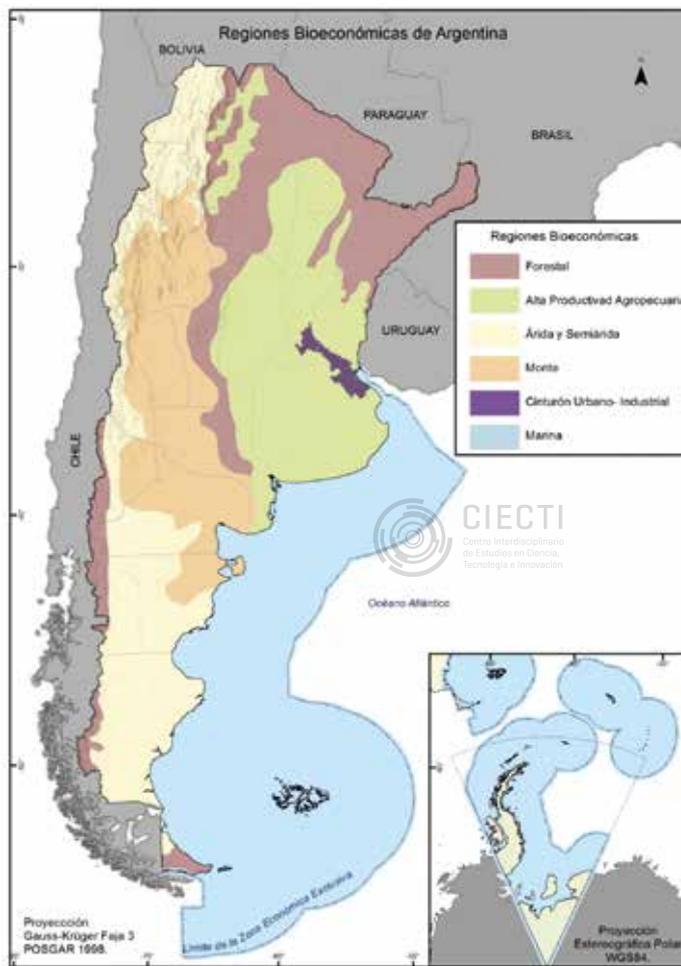
Finalmente, la información espacial fue procesada con el software ArcGIS con atención a los criterios metodológicos ya expuestos.

Fuente: Elaboración propia.

Regiones bioeconómicas identificadas

En suma, el procesamiento contempló la predominancia de los usos y coberturas de los suelos, que *a posteriori* fueron agrupados dando origen a seis regiones bioeconómicas. Cabe señalar que la denominación de las regiones responde al propósito de sugerir de manera sucinta el tipo de actividades bioeconómicas, observadas y potenciales, que son comparativamente más ventajosas –aunque, claramente, no exclusivas– para desarrollar en el respectivo espacio territorial.

Mapa 1 **Regiones bioeconómicas de la Argentina identificadas**



Fuente: Elaboración propia con base en capas de información espacial proveniente de diversas fuentes (ya mencionadas).

Así, se describe cada una de las regiones económicas en función de dimensiones relevantes para comprender su capital bioeconómico, no solo en el plano de lo observado en tiempo presente sino también en el de la potencialidad. A tal fin se repasa brevemente la estructura socioambiental y productiva de cada región, y se analizan sus bioeconomías actuales, fortalezas y oportunidades a futuro:

Cinturón Urbano-Industrial. Esta región se extiende desde La Plata a Rosario, con epicentro en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Presenta características muy particulares no solo en materia de disponibilidad de biomasa, sino también en referencia a agregados poblacionales, productivos y de generación de conocimiento. Más 25 millones de personas residen en esta región, como así también cerca de la mitad de las empresas del país –que, además, son las de mayor tamaño–. Esos significativos guarismos tienen correlato en los volúmenes de generación de residuos y efluentes urbanos e industriales potencialmente contaminantes, que podrían ser aprovechables económicamente de manera sustentable.⁴¹

Forestal. La biorregión forestal presenta discontinuidades propias de la diversa y rica geografía del territorio argentino. En su extremo norte comprende aproximadamente un 80% de la Región Mesopotámica, casi

⁴¹ Se tomó la microrregión "Cinturón Industrial Nodos La Plata-Rosario" del mapa de microrregiones y complejos productivos de CEPAL y MININT (2015).

la totalidad de la Ecorregión Bosque Chaqueño –excepto extensiones del sur en las cuales han penetrado actividades agropecuarias– y la zona de las yungas de la selva tucumano-boliviana. Más al sur, se extiende por el bosque andino patagónico en las laderas y valles al pie de la cordillera de los Andes Sur.⁴²

Alta Productividad Agropecuaria. Esta biorregión también se compone de dos entidades geográficas. Una de ellas con epicentro en la fértil llanura pampeana con continuidad en el oeste (sobre la Ecorregión Espinal) y norte (sobre la Ecorregión Bosque Chaqueño), por efecto del avance de la frontera agropecuaria como consecuencia de, principalmente, la expansión de los cultivos de soja. La otra entidad se ciñe sobre franjas de la provincia de Tucumán, Salta y partes de Jujuy, y presenta cobertura de cultivos de caña de azúcar, granos y cítricos.⁴³

Árida/Semiárida. Se extiende de norte a sur de la Argentina y comprende la Estepa Patagónica, la región de los Altos Andes y la Puna al noroeste del país. Si bien presenta importantes diferencias en su interior, en materia de producción de biomasa es posible identificar una argumentable semejanza explicada por las características de sus suelos y clima.⁴⁴

Monte. Se corresponde mayoritariamente con la Ecorregión Espinal, excepto en partes convertidas a la agricultura. Presenta suelos variables, bosques bajos, sabanas y pastizales. Su biomasa posee aptitudes distintas para el aprovechamiento bioeconómico que la posicionan como una región bioeconómica en sí misma.⁴⁵

Marina. Esta biorregión comprende el espacio marítimo argentino y la línea costera en la cual se “gobiernan” continentalmente las actividades del mar. Su considerable extensión y las diferentes latitudes a través de las cuales se extiende la convierten en una región muy diversa y rica en recursos acuáticos.⁴⁶

Caracterización de las regiones bioeconómicas

En esta sección se describe cada una de las regiones económicas en función de dimensiones relevantes para comprender su capital bioeconómico, no solo en el plano de lo observado en tiempo presente sino también en el de la potencialidad. A tal fin, se comienza repasando brevemente la estructura socioambiental y productiva de cada región, y se concluye con el análisis de sus bioeconomías actuales, fortalezas y oportunidades a futuro.

Región bioeconómica Cinturón Urbano-Industrial

Caracterización socioambiental

Esta región presenta rasgos muy diferentes a los que caracterizan a las restantes que se han identificado en el presente trabajo. En términos de superficie es relativamente muy pequeña, pues solo se extiende por sobre 27.117 km² desde La Plata hasta Rosario, con eje en la megalópolis del AMBA. Sin embargo, concentra en grado sumo a la población, las industrias y, en menor proporción, a las instituciones de ciencia y tecnología del país. Cabe destacar que el Cinturón Urbano-Industrial se encuentra emplazado en un entorno muy favorable para el comercio y la producción industrial, puesto que en un margen desemboca en los territorios de mayor productividad agropecuaria del país y en el otro, sobre el río Paraná y el río de La Plata, en la casi totalidad de los puertos del país.

⁴² Incluye todas las coberturas referentes a bosques y forestaciones.

⁴³ Incluye todas las áreas cultivadas con especies gramíneas y no gramíneas.

⁴⁴ Incluye las coberturas de pastizales y arbustales de la región árida del país y las áreas rocosas o pedregosas andinas.

⁴⁵ Corresponde a las áreas de vegetación arbustiva incluidas en la superficie forestal de la Argentina. Los límites coinciden con la región forestal Monte.

⁴⁶ Esta región se delimitó sobre la base del límite argentino del río de la Plata y la zona económica exclusiva de la Argentina.

Perfil productivo

En el Cinturón Urbano-Industrial tienen lugar todas las cadenas productivas del país, en al menos algunas de sus fases, fundamentalmente a partir del emplazamiento de industrias procesadoras de materias primas que se producen en otras regiones del país –en algunos casos en los territorios de generación de la materia prima se inicia la industrialización, aunque generalmente abarca solo fases primarias–. Más de la mitad de las empresas se radican en esta región, que a la vez concentra más del 60% del empleo; también cuenta con desarrollo industrial de base tecnológica, como los de los complejos automotriz, químico y petroquímico, software electrónico y medicamentos para uso humano. Por otra parte, cabe destacar que contiene la casi totalidad de las vías de comercio internacional del país. En suma, en esta región bioeconómica tienen cita todas las actividades productivas de la Argentina.

Perfil bioeconómico

Esta región presenta al menos tres factores que la definen como un enclave bioeconómico sin equivalencias en el resto del país: cuenta con la mayor parte de las industrias y capacidades productivas, es responsable de la mayor cantidad de residuos y subproductos de actividades humanas –urbanas e industriales– y, finalmente, está dotada de una significativa densidad científico-tecnológica y de alta calificación. Estos tres elementos la definen como una región bioeconómica no convencional pero con un excelente potencial de aprovechamiento en el corto plazo.

Otro de los rasgos distintivos de esta región es que, por su característica de nodo nacional, los actores que la integran forman parte de la mayoría de las plataformas científico-productivas del país, siendo, en consecuencia, indirectamente miembro partícipe de todas las cadenas productivas bioeconómicas. De hecho, al contar con la Ciudad Autónoma de Buenos Aires como epicentro, en la región se encuentran las sedes centrales del INTA, INTI, CONICET y es base de la mayoría de los organismos autónomos de ciencia y tecnología. Por otra parte, pese a que las universidades públicas nacionales están dispersas en diferentes puntos del territorio nacional, en esta región existe una marcada concentración.

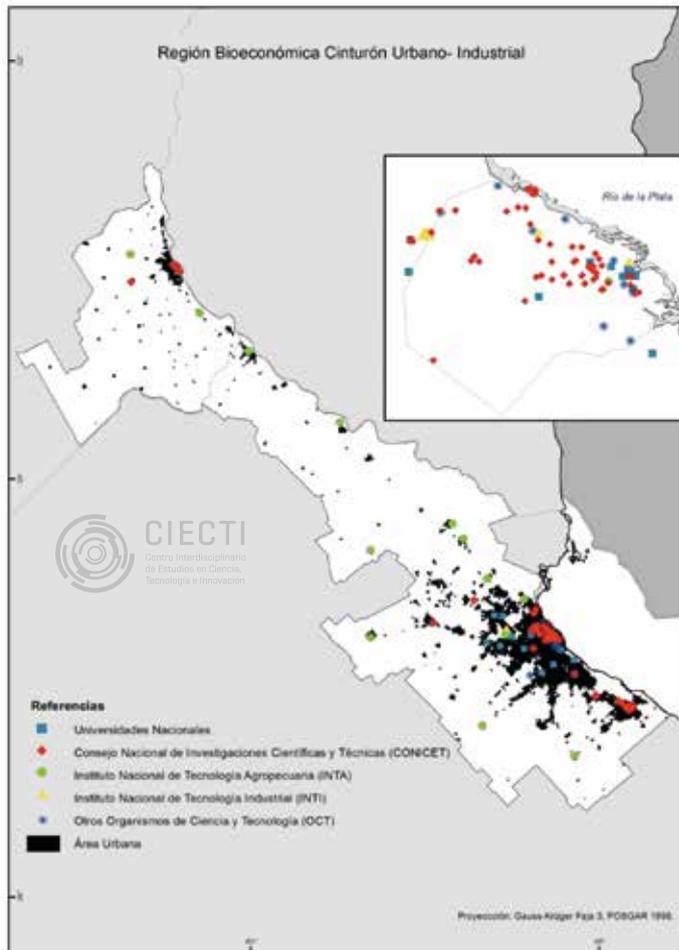
En este sentido, se pueden mencionar, entre otros, dos ejemplos de funcionamiento de nodo de actividades científico-tecnológicas. En primer lugar, la producción de plásticos comestibles derivados de alginatos y almidones,⁴⁸ línea en la cual un equipo del Laboratorio de Polímeros y Materiales Compuestos de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA, en el marco de una plataforma colaborativa con el clúster de mandioca de Misiones y la Cooperativa Agrícola San Alberto de la misma provincia, dio origen al desarrollo y patentamiento de un producto tecnológico basado en el almidón de mandioca.⁴⁹ En esta línea merece señalarse que se ha constituido el Centro de Biodegradabilidad y Compostabilidad de Plásticos, integrado por laboratorios del Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín, INTI-Plásticos y, precisamente, el Laboratorio de Polímeros y Materiales Compuestos de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA.

En segundo lugar, se destaca el caso de un equipo del Instituto de Tecnología de Polímeros y Nanotecnología (ITPN CONICET/UBA) de la Facultad de Ingeniería de la UBA, que logró importantes avances en la producción de nanocelulosa bacteriana de manera no convencional y de bajo costo, en procura de generar materiales verdes utilizando materias primas renovables y abundantes. Utilizaron como fuente de carbono un extracto obtenido a partir de desechos de las uvas remanentes de la elaboración del vino. Este desarrollo tiene muchas aplicaciones, que incluyen la elaboración de materiales biomédicos, la fabricación de papeles de alta resistencia, de membranas acústicas y de películas comestibles para el *packaging*. De hecho, como consecuencia de este desarrollo, el ITPN participó en el desarrollo de una empresa de base tecnológica

⁴⁸ Cabe señalar que la Argentina cuenta con algunos antecedentes en la materia y que los plásticos comestibles ya constituyen un nicho de mercado significativamente desarrollado, dominado a nivel global por empresas estadounidenses y canadienses.

⁴⁹ Se trata de un *film* de bioplástico, también aplicable en gel, con múltiples usos, incluyendo, entre otros, la preservación de alimentos y la administración controlada de fertilizantes en cultivos.

Mapa 2 **Distribución de instituciones de I+D+i**
en la región bioeconómica Cinturón Urbano-Industrial



Fuente: Elaboración propia con base en capas de información espacial proveniente de diversas fuentes (ya mencionadas).

(EBT) junto a la empresa West Lubricantes, con financiamiento del Fondo Argentino Sectorial (FONAR-SEC). En la actualidad la planta piloto produce 200 kilos por mes de nanocelulosa bacteriana en estado húmedo. Vale destacar que además otras dos empresas se asociaron exitosamente al ITPN para la generación de productos basados en este material. Como se ha visto, los institutos de investigación con financiamiento público tienen también un rol importante por jugar en el desarrollo tecnológico y la innovación productiva en materia biotecnológica.

En esta línea, cabe mencionar que esta región también muestra un destacado potencial en materia de desarrollo biotecnológico. El grueso de las empresas del sector se dan cita en el Cinturón Urbano-Industrial, aun cuando, como ya se ha mencionado, la actividad primaria de aprovisionamiento de biomasa se efectúa en otra región del país.

La región también dispone de biomasa como insumo para el aprovechamiento económico; es la que proviene de las actividades urbanas e industriales, por lo general entendidas como residuos o efluentes.

Se estima que el país genera más de 12 millones de toneladas de residuos sólidos anuales, y que el 50% de ellos son orgánicos. En 2015, según un estudio de la Facultad de Ingeniería de la UBA y CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado), la Ciudad Autónoma de Buenos Aires la proporción baja al 43,5% (desechos alimenticios).⁵⁰ En cualquier caso, y a pesar de la tasa de aprovechamiento efectiva, constituye un importante potencial de valorización económica. CEAMSE, financiado por la provincia de Buenos Aires y CABA en partes iguales, tiene la responsabilidad de la gestión los residuos sólidos urbanos del Gran Buenos Aires (CABA y 24 partidos del conurbano), una megalópolis que cuenta con más de 14 millones de habitantes. Esa zona produce 17 mil toneladas diarias de residuos, aproximadamente la mitad de todo el país.

El contexto descripto ofrece mucho potencial para el aprovechamiento energético. Cabe señalar que en esta región el tratamiento biológico y el depósito en rellenos sanitarios son prácticas comunes en la zona, pero el trabajo con residuos es complejo, porque la materia prima lo es. Los procesos, las capacidades y tecnologías necesarias para el aprovechamiento bioeconómico dependen del producto que se busque (digestión anaeróbica, producción de combustibles, reciclado de plásticos) y la materia prima con la que se cuente, pues no se trata de biomasa pura y tiene características particulares y variaciones considerables de calidad.

En la actualidad hay experiencias que muestran un incipiente aprovechamiento energético de los residuos orgánicos. Desde el año 2012 el CEAMSE se encuentra abasteciendo al sistema interconectado nacional a través de la generación eléctrica a partir del biogás proveniente de los rellenos sanitarios del Complejo Ambiental Norte III, que es, además, uno de los más grandes del mundo. El biogás, 50% de gas metano y casi 50% de dióxido de carbono, es previamente acondicionado y alimenta dos módulos con generadores que producen en total 15 MW, lo cual equivale al abastecimiento para 100 mil personas.⁵¹ De este modo, a partir de la desgasificación de los rellenos se aprovecha un gas de efecto invernadero que es muy perjudicial para la capa de ozono. Cabe señalar que CEAMSE tiene a su cargo dos complejos ambientales más, uno ubicado en Ensenada y otro en González Catán.

La producción de biogás de relleno sanitario en la biorregión no se reduce al marco de operación del CEAMSE. En la ronda 1.5 del Programa RenovAr del Ministerio de Energía y Minería de la Nación, a principios de 2017 se adjudicaron tres proyectos, todos en el entorno del Cinturón Urbano-Industrial, específicamente en Ensenada y González Catán por 5 MW cada uno y en Ricardone, Santa Fe, por 3,12 MW. En otras palabras, hay iniciativas concretas dirigidas al aprovechamiento de un agente de contaminación como son los residuos urbanos en el marco de la bioeconomía regional.

El potencial de la región como productora de energía a partir de residuos urbanos se pone de manifiesto también con la experiencia del Parque Tecnológico de Reciclado de la ciudad de Rafaela –que, cabe advertir, no forma parte de esta región bioeconómica–. El Municipio de Rafaela tiene en funcionamiento una planta de transformación de aceites vegetales usados en biodiésel. La planta procesa 15 mil litros de aceite mensuales originados en actividades productivas de empresas de la zona. Actualmente se está iniciando un proyecto para evaluar la factibilidad de que los vehículos municipales utilicen el biodiésel generado por este medio; se ensayarán diferentes mezclas de biodiésel y gasoil en cuatro móviles, incluyendo partes iguales de cada combustible.

Otra iniciativa interesante –por su carácter descentralizado y por la articulación entre el sector científico-tecnológico público y un coloso de la comercialización de frutas y hortalizas en toda América Latina– es la del Mercado Central de Buenos Aires e INTI, que se proponen avanzar en la gestión integral de los residuos en un espacio en el que se generan 30 mil toneladas de basura anual. Entre sus propósitos se encuentra el de valorizarlos para la generación de energía renovable.

⁵⁰ FI-UBA y CEAMSE (2016).

⁵¹ Consultar más información en <www.ceamse.gov.ar>.

En síntesis, se puede afirmar que la región cuenta con un excelente potencial para dotar de circularidad a las actividades humanas que cubre; cuenta con las capacidades tecnológicas necesarias y, fundamentalmente, con una enorme generación de residuos sólidos urbanos. El marco de implementación fuera del radio de acción de CEAMSE debe buscarse en la Ley N° 25.916 de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios y las competencias jurisdiccionales. Si bien la ley define presupuestos mínimos para la protección ambiental, son las provincias las facultadas para decidir sobre el manejo de los residuos urbanos, y los municipios los que dictan sus normas y arbitran los sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final. En cualquier caso, existe mucho potencial pero es necesario priorizarlo y trazar un camino estratégico para valorizarlo.

Finalmente, cabe hacer mención a la potencial actividad bioeconómica relacionada con los efluentes industriales, actualmente de mucho potencial pero con un aprovechamiento poco significativo desde la perspectiva de la economía circular. Así como se resaltó la capacidad industrial instalada, es necesario observar que prácticamente no hay registros de aprovechamiento bioenergético de los residuos en este sector. No obstante, es preciso matizar, dado que la biomasa “viaja mal” y que el aprovechamiento suele presentarse en el lugar de aprovisionamiento y no en el de primera o segunda industrialización. Aun así, los adelantos en materia biotecnológica ofrecen posibilidades para extender la cadena de valor y mitigar el impacto ambiental. Un ejemplo lo constituyen las novedosas biorrefinerías 4.0, que aprovechan las aguas residuales e industriales para la producción de bioenergía a partir de la utilización de microalgas. En suma, el aprovechamiento de los efluentes industriales constituye una línea con gran potencial en esta región en el mediano plazo.

Región bioeconómica Alta Productividad Agropecuaria

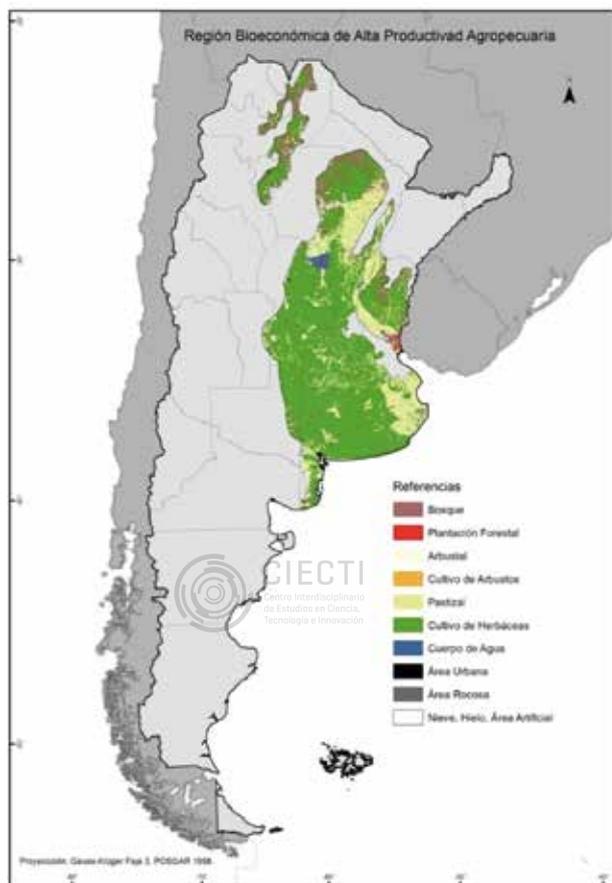
Caracterización socioambiental

Los 762.869 km² de esta región se despliegan irregularmente en el territorio argentino, con epicentro en la extensa planicie donde tradicionalmente se desarrolla la agricultura de secano: sur de Entre Ríos, sudeste de Córdoba, sur de Santa Fe, nordeste de La Pampa y casi toda la provincia de Buenos Aires. En zonas de menor capacidad de explotación agropecuaria se conservan pastizales y pasturas que pueden estar asociados con especies arbóreas como el algarrobo y ñandubay. El proceso de expansión de la actividad agropecuaria extendió cultivos y ganado hacia áreas de Santiago del Estero, Salta, Chaco y Formosa, y reemplazó bosques nativos y pastizales. La región así definida también incluye los humedales del Delta e islas del río Paraná, que se encuentran cubiertos de vegetación herbácea con diferentes tipos de bosques nativos. Sobre el norte del país, la región también abarca franjas de alta producción agrícola en el oeste de la región chaqueña, en los pies de montes de la selva de yungas. Finalmente, merece destacarse que la Argentina es un país muy rico en recursos acuíferos de agua dulce, sobre todo en la región de la cuenca del Plata, que representa el 84% de la oferta total.

Perfil productivo

Las características climáticas y edáficas de esta región posibilitan el desarrollo de una amplia variedad de actividades agropecuarias, como cultivos de cereales y de oleaginosas, de frutales y de hortalizas, y ganadería bovina y ovina. Históricamente emplazada sobre la denominada región pampeana, la actividad agropecuaria intensiva en los últimos años ha ampliado su radio de acción gracias a las posibilidades brindadas por los nuevos paquetes tecnológicos (siembra directa y cultivos genéticamente modificados) y al desarrollo de nuevos mercados internacionales. Así lo muestra el avance de la frontera agropecuaria sobre la región chaqueña. En el Delta inferior, sobre la desembocadura del río Paraná, la forestación de salicáceas es

Mapa 3 Apertura de la región bioeconómica Alta Productividad Agropecuaria por usos y cobertura de suelos



Fuente: Elaboración propia con base en capas de información espacial proveniente de diversas fuentes (ya mencionadas).

la principal actividad económica, seguida por el turismo. Cabe remarcar que en esta región bioeconómica cobra escala una de las actividades emblemáticas de la bioeconomía argentina: la producción de biocombustibles, en la que se destaca el caso del biodiésel en los alrededores del puerto de Rosario. Por otra parte, la industria azucarera es de crucial importancia como fuente de empleo en la zona norte de la biorregión (Tucumán, Salta y Jujuy), tanto en la producción de la caña como también en su industrialización, lo cual incluye la producción de bioetanol. La actividad cítrica también se hace valer allí, y es la Argentina el máximo productor y exportador mundial de limón.

Perfil bioeconómico

La actividad bioeconómica en esta región es la más variada y dinámica del país, lo cual se explica en gran medida por el agregado tecnológico en las diferentes cadenas agropecuarias que se desarrollan en el territorio, la producción de biocombustibles y el aprovechamiento energético de los subproductos. Es que la Argentina no solo posee extraordinarias condiciones naturales para la producción agropecuaria sino que además cuenta con un sector crecientemente intensivo en desarrollo y aplicación tecnológica. Como ya se ha señalado, en materia biotecnológica el país posee una significativa densidad de empresas –abocadas, en

la biorregión, fundamentalmente a la producción y mejoramiento de semillas-, ha sido líder en la adopción de la agricultura de precisión, y sus grandes productores exhiben una adopción tecnológica de frontera y una calificada demanda de productos tecnológicos que impulsan la industria local, tal como sucede con el complejo de la maquinaria agrícola.

En este contexto, son numerosos los ejemplos que pueden mencionarse en relación con la actividad bioeconómica en la región. Para comenzar, retomando lo mencionado anteriormente, es de destacar que la Argentina se ha posicionado como un jugador global en el mercado del biodiésel, con una producción sostenida desde hace varios años y que en 2017 superó los 2.871.000 millones de m³, la cual proviene en casi su totalidad del complejo oleaginoso de Rosario, uno de los polos de *crushing* de soja más importantes del mundo. La mayor parte de la producción de biodiésel se destina a exportación (57,5% en 2017), rubro en el cual el país ocupa la primera plaza a nivel global, pero que, a la vez, la vuelven vulnerables a la coyuntura del comercio internacional.

Si bien en materia de biocombustibles el biodiésel derivado de soja constituye la nave insignia argentina, la producción de bioetanol ha venido recortando distancias. Originalmente proveniente de la caña de azúcar producida en la zona norte de la región bioeconómica aquí desarrollada, en los últimos años la producción en base de maíz, con la provincia de Córdoba a la cabeza, ha cobrado mucha relevancia. El bioetanol comenzó a producirse a gran escala en la Argentina en 2012; y para 2017 INDEC informa que ya se habían producido 1.105.017 m³, en proporciones prácticamente iguales por cultivo (INDEC, 2018). Esto coloca a la Argentina en la séptima posición en el escalafón mundial de producción de etanol, el cual es liderado con holgura por Estados Unidos con casi 60 millones de m³, derivados principalmente del maíz (BCR, 2017). A diferencia del biodiésel, el despacho de bioetanol se vuelca en mayor medida al mercado interno para el corte de naftas.

De diferentes proporciones y usos potenciales, cabe señalar también el caso de la producción de biogás a partir de efluentes de la producción ganadera. En el país se cuentan más de cien plantas de producción de biogás a partir de residuos. Si bien no es una tecnología novedosa, su producción ha cobrado renovado impulso con las cuatro convocatorias del Programa RenovAr y la posibilidad de inyectar energía al Sistema Interconectado Nacional. En total se adjudicaron 37 proyectos –la gran mayoría en la región bioeconómica bajo análisis– por 78,32 MW de potencia. Aun cuando resulta poco significativo en relación con la potencia licitada para las otras fuentes de energías renovables tales como solar y eólica, constituye una buena prueba para mostrar a gran escala las bondades ambientales, económicas y sociales de un sistema de producción de energía térmica/eléctrica descentralizada y amigable con el medioambiente.

Los desarrollos energéticos a partir de subproductos de las actividades agropecuarias son variados en la región y posibilitan diversificar la matriz de generación distribuida de energía eléctrica. Su proximidad a fuentes de consumo –en la mayoría de los casos de envergadura es la misma fábrica– le ofrece una ventaja respecto a otras alternativas también renovables. En particular cabe destacar el caso de la cáscara de maní. El maní argentino es reconocido por su alta calidad, lo que le ha valido la confianza del mercado europeo –que demanda más de 500 mil toneladas cada año–. En la provincia de Córdoba se ha conformado un clúster manicero que se hace presente en las más de 400 mil hectáreas sembradas y ubican al país como líder global en exportación. En general, se trata de un sector muy dinámico en términos de desarrollo y adopción de tecnologías; como lo muestra también el aprovechamiento energético de la cáscara del maní,⁵² donde el caso insignia es el de la empresa Prodeman S.A., que recientemente ha puesto en marcha la primera planta en el mundo que utiliza cáscara de maní con exclusividad para la producción de energía. Produce 10 megavatios, 9 de los cuales son vendidos al Sistema Interconectado Nacional en el marco del Programa RenovAr.⁵³

⁵² La cáscara de maní, tradicionalmente un residuo fuente de contaminación ambiental de difícil tratamiento para las industrias, gradualmente se está convirtiendo en un insumo para la producción de energía limpia (destinada a autoabastecimiento o Sistema Interconectado Nacional).

⁵³ El desarrollo de la planta de producción de bioenergía ha obtenido financiamiento del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva en 2012 en el marco del Fondo Argentino Sectorial, administrado por la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (Agencia I+D+i) como organismo descentralizado con autarquía administrativa y funcional, que desde febrero de 2020 reemplaza a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), de la cual es continuadora a todos sus efectos (Decreto N° 157/2020).

Casi la totalidad de la producción de leche del país se lleva a cabo en esta biorregión, específicamente en centro/centro-oeste de Santa Fe y este de Córdoba (cuenca de Abasto) y en base a, fundamentalmente, producción de leche bovina en el marco de un sistema productivo de baja concentración. La industrialización de la leche (leches deshidratadas, quesos, etc.), por el contrario, si bien cuenta con mayor dispersión en el territorio nacional y más de mil empresas en el país, se encuentra fuertemente concentrada en cuatro firmas ubicadas en esta biorregión, y que representan el 86% del volumen de ventas. Tanto la producción de leche como su posterior industrialización ofrecen muchas posibilidades para incrementar la medida de circularidad de los sistemas productivos. En la provincia de Santa Fe, por ejemplo, la Estación Experimental Agropecuaria de INTA Rafaela, junto con pequeñas empresas de la zona, ha desarrollado diversos proyectos para el aprovechamiento integral del lactosuero –residuo líquido proveniente del proceso de producción de quesos– que beneficiarían tanto a las empresas productoras de la zona como al medioambiente.

Otras actividades productivas que presentan un potencial significativo para el desarrollo de economías regionales en el marco del paradigma bioeconómico son las derivadas del aprovechamiento integral de la caña de azúcar –denominarla industria azucarera hoy en día parece insuficiente–. Estas industrias revisten particular interés para el desarrollo de la región del noroeste argentino, especialmente la provincia de Tucumán,⁵⁴ no solo por el peso de la industria azucarera y la producción de etanol, sino también por el aprovechamiento de los subproductos para la producción de biomateriales tales como aglomerados, papel y *films* e, incluso, generación distribuida de energía eléctrica. Los ingenios azucareros del norte del país, actualmente en problemas a causa de la baja de los precios internacionales del azúcar, presentan una sobresaliente circularidad en sus actividades económicas. Además del azúcar, el bagazo, a partir de otros procesos tecnológicos y diferentes rendimientos, también constituye un insumo para la producción de bioetanol –que aún se encuentra en bajo grado de desarrollo en el país.

También en el noroeste del país, en la parte norte de la región bioeconómica aquí definida, se cuenta con iniciativas de aprovechamiento de efluentes de la importante industria cítrica, con generación de biogás para autoabastecimiento y fertilizantes biológicos para los cultivos.⁵⁵

El arroz es otro cultivo que se encuentra cobrando renovada vitalidad en el marco del paradigma bioeconómico. En la provincia de Chaco, la arrocería San Carlos ha implementado una idea innovadora en cuanto a rotación de cultivos, que se puede enmarcar dentro del concepto de economía circular. Se trata de la producción secuenciada de arroz y pacú, que ofrece un rinde de 7 mil kilos por hectárea de arroz convencional y orgánico y 3 mil kilos de pacú. La lógica es la siguiente: la producción de arroz para consumo humano deja desechos que en la siguiente campaña forman parte del alimento balanceado de los peces; por otra parte, los nutrientes que el pez no transformó se tratan con microorganismos, que luego fertilizarán las plantas de arroz. El suelo queda en disponibilidad y requiere de menos labrado, por lo que se puede plantar el arroz pregerminado.

Respecto al plano estrictamente tecnológico es preciso mencionar el destacado rol de la región en la producción biotecnológica para el mejoramiento de cultivos. Bioceres, por ejemplo, desarrolló el primer trigo transgénico del mundo. Entre los eventos destacados más recientes se puede mencionar el de soja modificada HB4 resistente a sequías, también de Bioceres,⁵⁶ y el desarrollo de la variedad de soja Tango 4S con vainas de cuatro granos –un grano más que cualquier otro tipo de soja comercial– por el Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario. Los mencionados son solo tres casos, muchos otros se pueden encontrar en diferentes cultivos en lo que respecta a tolerancia a herbicidas y resistencia a insectos.

⁵⁴ El cultivo de caña de azúcar forma parte de la identidad de Tucumán. A mediados de 2017 en la provincia se contaba con 15 ingenios azucareros en actividad, 271.300 hectáreas plantadas, 16 millones de toneladas producidas por campaña, más de 6.400 productores empleados y el 60% de la producción total de etanol de caña del país (<http://comunicaciontucuman.gob.ar/2017/06/bioenergia-azucar-y-papel-la-cana-da-para-todo/>).

⁵⁵ Véase, por ejemplo, <www.agrositio.com.ar/noticia/193399-bioeconomia-circular-del-limon-al-biogas>.

⁵⁶ Tuvo su prueba de fuego en el contexto de la campaña 2017/2018, y mostró un 26% de mejor rendimiento en la variedad con el evento transgénico.

En cuanto al marco institucional, merece destacarse el caso de la provincia de Buenos Aires y su Plan Provincial de Bioeconomía, dado a conocer a fines de 2016. En el marco de ese plan, a la bioeconomía se le concede un carácter estratégico para el desarrollo de la economía de la provincia. Se identificaron cuatro características que le brindan a la provincia un lugar privilegiado para el desarrollo de una bioeconomía dinámica y pujante: la abundancia de biomasa disponible, la significativa diversidad biológica, la continua generación de subproductos de valor bioeconómico a partir de las actividades agroproductivas habituales y las posibilidades de aprovechar los desperdicios generados por los sectores urbanos. Además, el plan plantea diez objetivos de gran alcance. Otras provincias de la región se encuentran avanzando en una dirección similar.

En suma, la presente es la región bioeconómica por excelencia del país, cuyo punto de apoyo fundamental es la actividad agropecuaria, que, a su vez, se rige por las pautas de competitividad que imponen los mercados internacionales. Al margen de la rica tradición agropecuaria en torno al cultivo y mejoramiento de cereales y oleaginosas tradicionales, el abordaje desarrollado revela la diversificada variedad de complejos productivos bioeconómicos que se encuentran presentes en la región, y que cuentan con mucho potencial de crecimiento en los próximos años. La toma de posición institucional, tal es el caso de la provincia de Buenos Aires, constituye una fuente de apalancamiento clave para definir expectativas y profundizar lineamientos para una política de promoción orgánica y articulada.

Región bioeconómica Forestal

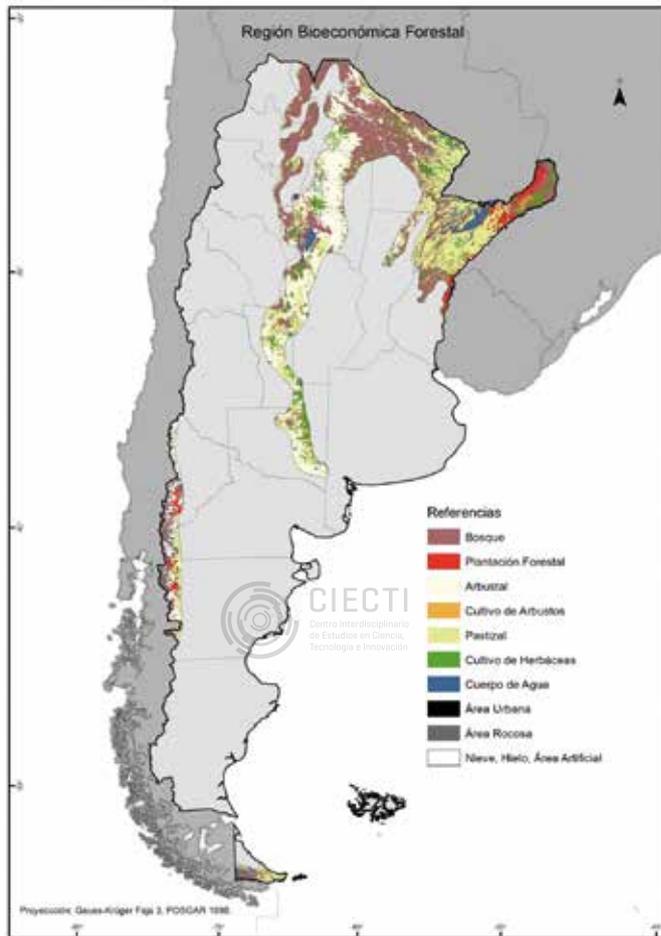
Caracterización socioambiental

Esta región se extiende en una superficie de 650.198 km² y abarca, de manera completa o parcial, cinco regiones forestales argentinas: la Selva Misionera, la Selva Tucumano-Boliviana, el Bosque Andino Patagónico y sectores del Parque Chaqueño y Espinal. Se destaca la Selva Misionera, de clima subtropical húmedo, que se ubica en la provincia de Misiones y el noroeste de Corrientes y conserva uno de los últimos remanentes del Bosque Atlántico Sudamericano; posee también la diversidad biológica más alta de todas las ecorregiones del país con más de 2 mil especies conocidas de plantas vasculares y especies arbóreas que pueden alcanzar entre 20 y 30 metros de altura. En la biorregión forestal se encuentran todos los bosques nativos del país (96% del total forestal del país), que gozan de reciente protección legal a partir de la sanción de la Ley de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos –conocida como “Ley de Bosques” N° 26.331–, y la gran mayoría de los implantados. Estos últimos están conformados en una alta proporción por especies exóticas de rápido crecimiento. Predominan las plantaciones forestales de coníferas, eucaliptos y salicáceas (álamos y sauces) y en menor proporción las plantaciones de araucaria, kiri y ciprés. Además, en la región se cultivan especies arbóreas con fines industriales como la yerba mate y el té en las provincias de Misiones y Corrientes.

Perfil productivo

Las actividades económicas predominantes en la biorregión forestal son en general de carácter primario e industrial con base primaria. Entre los complejos productivos se destaca el foresto-industrial, que se extiende por toda la biorregión, en particular en las provincias de Misiones y Corrientes, donde se encuentra más del 80% de bosques implantados del país. Este complejo incorpora una fase industrial en origen, al menos de carácter primario. La biorregión también cuenta con una significativa producción frutícola y recientemente comenzó a ser cultivada con soja y trigo. En el Chaco también se produce algodón, que en muchos casos se industrializa en origen en el marco del complejo de textiles e indumentaria. Finalmente, vale destacar el rol del turismo, de relevancia tanto en Mesopotamia como en los bosques andino-patagó-

Mapa 4 Apertura de la región bioeconómica Forestal por usos y cobertura de suelos



Fuente: Elaboración propia con base en capas de información espacial proveniente de diversas fuentes (ya mencionadas).

nicos hasta la provincia de Tierra del Fuego, donde los bosques constituyen parte esencial de los atractivos ecosistémicos. En lo agropecuario cabe también resaltar la producción de yerba mate, té y tabaco en Misiones y Corrientes.

Perfil bioeconómico

La Argentina posee excelentes condiciones ecológicas para la producción de biomasa forestal y su aprovechamiento. Además de sus considerables extensiones forestales, el país cuenta con una longeva tradición en la industria de la madera, de transformación primaria y secundaria, como también en la industria química para producir papel.⁵⁷ La producción no maderera a partir de biomasa forestal no se encuentra tan desarrollada, aunque cabe destacar que la biodiversidad de los bosques nativos argentinos brinda significativas condiciones de base para la producción de medicinas, cosméticos, alimentos, hongos, resinas, gomas, etc. Este tipo de industrias se encuentra en etapas iniciales de explotación, de baja complejidad tecnológica y escaso articulado regional. La actividad bioenergética a partir de residuos forestales es incipiente pero

⁵⁷ Es preciso destacar que la foresto-industrial es una cadena de valor que tiene un efecto multiplicador, puesto que se extiende desde la semilla hasta los subproductos del procesamiento, pasando por la plantación, el manejo forestal y sus derivados, etcétera.

evidencia significativo dinamismo en los últimos años con el impulso de las sucesivas convocatorias del Programa RenovAr. Por otra parte, el país cuenta también con una masa crítica de instituciones de ciencia y tecnología, lo cual, en suma, ofrece posibilidades para el desarrollo de bioeconomías de enclave regional.

De modo que el país presenta una excelente plataforma para el desarrollo de un diversificado complejo bioeconómico de base forestal. Hay al menos tres variables a considerar como sus vectores: el país dispone de cuantiosa materia prima, necesita valorizarla, y genera suficiente conocimiento aplicado para hacerlo. El primero de esos factores ya ha sido comentado a lo largo del documento. La necesidad de valorización, el segundo de ellos, viene aparejada con la necesidad de proteger a la biodiversidad forestal y a los bosques nativos en general. Es un principio tácito de la bioeconomía que aplica perfectamente para el caso de los recursos forestales argentinos, presionados permanentemente por el avance de la frontera agropecuaria y protegidos, erráticamente, por la legislación de bosques.⁵⁸

La valorización de la industria forestal es un camino para la sustentabilidad de los bosques que ofrece oportunidades. A modo ilustrativo, la Argentina desde hace años presenta un déficit energético, en particular en algunos territorios específicos. A la vez, la producción de energía a partir de biomasa forestal no es suficientemente aprovechada, en el marco de una matriz energética poco diversificada y muy dependiente de los combustibles fósiles como fuente primaria.⁵⁹ Desde hace unos años el Programa PROBIOMASA –impulsado por el Ministerio de Energía y Minería de la Nación en forma conjunta con la FAO y el actual Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación– se encuentra promoviendo el aprovechamiento de la biomasa para la producción de energía, caracterizando el balance energético derivado de biomasa (directa e indirecta) y brindando información, capacitación y asistencia técnica a emprendimientos en todo el país.

El aprovechamiento de la bioenergía proveniente de recursos forestales presenta una serie de ventajas, entre las que se puede contar que resulta más económica que los combustibles fósiles, reduce su dependencia, se industrializa necesariamente en el entorno local, por lo cual dinamiza las economías regionales, diversifica la producción de los aserraderos –en general pymes–, disminuye los riesgos de incendios y, con criterio de sustentabilidad, mejora la conservación de los bosques.⁶⁰

En la parte norte de la biorregión –en los últimos años crecientemente– se dan inicio a nuevos proyectos de generación de energía a base de subproductos de los aserraderos. Cabe destacar el proyecto de PINDO Eco Energía (Puerto Esperanza, Misiones) que desde mediados de 2017 se encuentra vendiendo energía eléctrica al Sistema Interconectado Nacional. La región andina patagónica, de volumen de producción de biomasa forestal más modesto, también da muestras de avances; recientemente en la localidad de Bariloche se ha inaugurado la primera caldera patagónica a base de chips de madera.

Entre algunos de los aprovechamientos de los recursos forestales cabe señalar el reciente –septiembre de 2017– acuerdo político para la construcción de viviendas sociales con madera. Podemos encontrar iniciativas provinciales que acompañan este proyecto, como el caso de la legislación de Entre Ríos –provincia líder en plantaciones de eucaliptus– que prevé un cupo de hasta 10% de viviendas sociales construidas en madera.

⁵⁸ La Argentina ha experimentado una reducción paulatina pero continua de sus bosques nativos en los últimos 50 años. El avance de la frontera agropecuaria ha sido uno de sus principales causas –el INTA y otras instituciones se encuentran actualmente impulsando sistemas silvopastoriles para contrarrestar este efecto–. La Ley de Bosques, aprobada en 2007 por el Congreso nacional y reglamentada en 2009, establece que las provincias deben realizar el ordenamiento territorial de sus bosques nativos (OTBN) e implementar mecanismos para su protección y aprovechamiento sustentable.

⁵⁹ En 2016, por ejemplo, la biomasa (leña, bagazo, aceites y alcoholes vegetales) representaba solo el 6,2% de la producción primaria de energía. “Balance Energético Nacional de la República Argentina, año 2016”, disponible en <www.argentina.gob.ar/produccion/energia/hidrocarburos/balances-energeticos>. En la generación eléctrica, por otra parte, en 2015 los biocombustibles explicaron menos del 1,5% de la generación de energía eléctrica en el país.

⁶⁰ Dado que en la Argentina tradicionalmente se utiliza la madera sólida para la construcción y para muebles, el potencial bioenergético es, a todas luces, muy elevado. Se estima que solo el 20% de cada árbol extraído es aprovechado para la producción maderera y el 60% es dejado en el campo o en el bosque, ramas, despunte y raíces. El resto es astilla, corteza y aserrín, que también podría aprovecharse. En términos generales, el 95% del árbol podría aprovecharse económicamente. En la etapa de procesamiento primario, la FAO estimó que el 50% del volumen de un aserradero se transforma en residuos, corteza, aserrín y viruta, que tienen un valor relativo bajo y se pueden transformar en el combustible para el funcionamiento de la planta.

El bosque andino patagónico ha demostrado ser muy rico en variedades de levaduras nativas que fermentan a bajas temperaturas. El Instituto Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales (IPATEC-CONICET/UNCOMA) desde 2011 ha iniciado una línea de investigación con científicos/as portugueses y estadounidenses y en la actualidad posee el banco de levaduras cerveceras más importante de América Latina. El caso emblemático es el del descubrimiento y la secuenciación del genoma de la nueva especie de levadura *Saccharomyces eubayanus*,⁶¹ que es “progenitora” de la levadura lager, principal insumo de la industria cervecera mundial. Esta línea constituye un claro caso de transferencia tecnológica, ya que la Universidad Nacional del Comahue (UNCOMA) y el CONICET generaron la patente que luego licenciaron a la empresa Heineken.⁶²

Otro de los productos no maderables son las variedades de bayas que cobijan los bosques argentinos. Precisamente, en la actualidad investigadores/as de CADIC-CONICET, INTA, Universidad de Florencia y Universidad de Morón están llevando adelante una línea de investigación sobre los frutos del arbusto calafate (*Berberis microphylla*), de los cuales en la Argentina se cuentan entre 18 y 26 especies –que se hallan en estado silvestre en los bosques patagónicos y en la zona de yungas–. El análisis se centró en las especies de Tierra del Fuego –que padecen actualmente de una cosecha poco controlada y en estado silvestre– y propone generar conocimiento para promover su domesticación y el aprovechamiento integral de sus servicios productivos y ecosistémicos. Asimismo, en el plano productivo, presenta condiciones excepcionales tanto como alimento nutracéutico –posee excepcionales propiedades antioxidantes– así también como insumo para la industria cosmética y de tinturas. De ese modo, constituye un ejemplo de una línea académica que produce oportunidades de inversión productiva.

En cuanto a la generación de conocimiento científico y tecnológico, el tercer vector, se encuentra una fuerte presencia de instituciones públicas: INTA, INTI, IMAM CONICET/UNAM, CIEFAP y el Centro Biotecnológico Agroforestal del Chaco. El INTA cuenta con un Programa Nacional de Forestales y comprehensivas líneas de investigación –que incluye una variedad de líneas de trabajo que van desde el mejoramiento genético al desarrollo tecnológico de productos no madereros– en su entretejido de estaciones experimentales e institutos y una intensa actividad de extensionismo con perspectiva regional, fundamentalmente en zonas de bosques y montes. El INTI cuenta con un renovado compromiso de impulsar la industria forestal principalmente en el sector de la construcción y de productos madereros en general, pero también con impulsos regionales específicos como por ejemplo el del centro INTI de Misiones y su asistencia a pymes en tecnologías y capacitaciones para proyectos bioenergéticos a partir de biomasa forestal. El Instituto de Materiales de Misiones (IMAM CONICET/UNAM), junto con distintas contrapartes nacionales e internacionales se encuentra avanzando en proyectos de I+D para el aprovechamiento de la biomasa celulósica en los sectores arrocero y forestal. En la Patagonia, el Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP) constituye una institución referente de la industria forestal en materia de I+D+i –de hecho cuenta con apoyo interjurisdiccional–. En el norte del país, recientemente se ha creado el Centro Biotecnológico Agroforestal del Chaco, que lleva adelante una significativa actividad biotecnológica que apunta a potenciar el desarrollo productivo chaqueño y la producción de variedades genéticas en plantaciones de la zona.

Desde el sector productivo cabe destacar que la tradición maderera argentina tiene correlato en estructuras institucionales. Por mencionar algunas de sus expresiones: la Asociación Forestal Argentina (AFoA) está integrada por empresas, productores forestales, estudiantes y profesionales independientes vinculados al sector forestal y a la industria y servicios asociados; la Federación Argentina Industria de la Madera y Afines (FAIMA) nuclea a empresas del sector; hay también asociaciones de gestión forestal sostenible, por ejemplo, el Sistema Argentino de Certificaciones Forestales (CERFOAR); y diferentes cámaras de empresarios/as y asociaciones en nichos específicos, como la Asociación de Fabricantes de Celulosa y Papel (AFCP).

⁶¹ La levadura fue hallada en el fruto del hongo *Cyttaria hariatii*, comúnmente conocido como “llao-llao” o “pan de indio”, que habita en los bosques nativos patagónicos. Es uno de los parentales que dio origen a la lager, con la cual se produce hoy ese tipo de cerveza, y es de suma importancia para la industria cervecera ya que se la utiliza para producir aproximadamente el 95% a nivel mundial.

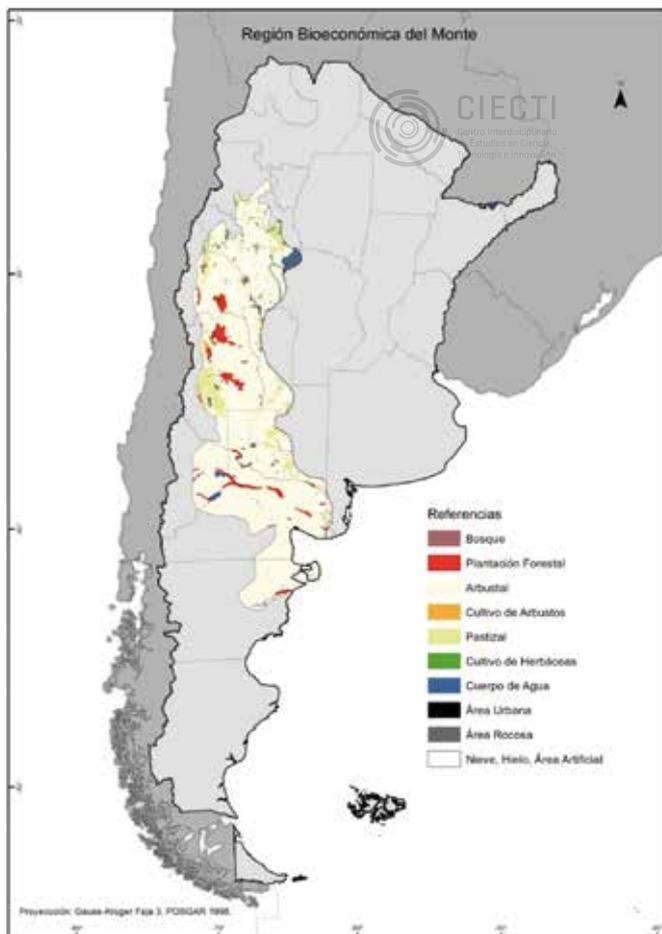
⁶² Véase Lugones *et al.* (2019). Disponible en <www.ciecti.org.ar/publicaciones/asociacion-ciencia-empresa-para-la-domesticacion-de-la-levadura-andina-y-la-introduccion-de-mejoras-en-la-produccion-de-cerveza/>.

Región bioeconómica Monte

Caracterización socioambiental

Esta extensa región bioeconómica, de casi 600.000 km², abarca el centro de la provincia de Catamarca, el centro-este de La Rioja, San Juan, Mendoza y Neuquén, el oeste de La Pampa, centro-este de Río Negro y nordeste de Chubut. Se extiende por llanuras, bolsones, serranías, mesetas, laderas montañosas y piedemontes. El clima árido y las condiciones geomorfológicas limitan el crecimiento de la vegetación; en general son estepas arbustivas abiertas de poca altura –de 1 a 3 metros– donde predominan las jarillas. La cobertura boscosa es escasa, dominada por Algarrobos y en áreas serranas y montañosas se encuentran cactáceas de gran porte. Las actividades productivas se desarrollan en los oasis de riego donde se destacan las actividades agrícolas, la frutihorticultura, la vitivinicultura y la forestación, principalmente de álamos y sauces. La ganadería extensiva es la actividad productiva predominante en las tierras secas sin riego.

Mapa 5 Apertura de la región bioeconómica Monte por usos y cobertura de suelos



Fuente: Elaboración propia con base en capas de información espacial proveniente de diversas fuentes (ya mencionadas).

Perfil productivo

Esta región se caracteriza por su producción primaria y cadenas cortas de valor. Se destaca la intensa actividad frutícola ubicada principalmente en el Alto Valle del Río Negro y Neuquén, pero también en el oasis de Cuyo, zona que además abriga actividad hortícola. El complejo vitivinícola, con epicentro en el Valle de Uco, constituye un caso destacado puesto que tanto la fase de producción primaria como la de industrialización tienen lugar principalmente en origen, generando un desarrollo territorial desde la fase primaria hasta los canales de comercialización y de explotación turística. La actividad siderúrgica también se hace presente, en particular en el nodo San Luis-Mercedes. Por otra parte, cabe destacar a la industria textil y de indumentaria, que es fuente de considerable volumen de empleo en diversos enclaves de la biorregión.

Perfil bioeconómico

Es una región que presenta al menos dos realidades en materia de desarrollo bioeconómico; por un lado, una importante actividad bioeconómica en la zona de valles con eje en las industrias vitivinícola y olivícola, que, además, cuenta con un destacado entretrejo de instituciones científico-tecnológicas. En contraste, la otra realidad es la de la zona meridional, agudizada al sur de la franja frutícola del Alto Valle del Río Negro y Neuquén, donde predominan grandes llanuras con bosques bajos, sabanas y pastizales en un clima semiárido y habitada por una escasa población. Allí la actividad productiva en sí misma es poco prolífica, motivo por el cual el desarrollo en materia de actividades típicamente bioeconómicas es muy bajo.

Un breve repaso por los desarrollos bioeconómicos pone en evidencia estas diferencias. La zona de los valles cuyanos exhibe una mayor dinámica tanto académica como productiva, fundamentalmente en el aprovechamiento de subproductos. Un ejemplo es el caso del Proyecto SUMO (Unión Europea-CELAC), del cual el INTI San Juan ha sido una de las entidades asociadas, y que tuvo como objetivo conseguir vías de valorización diferentes y complementarias para el desarrollo sostenible del procesado de subproductos provenientes de las principales semillas oleaginosas. Además de desarrollar tecnologías innovadoras para la gestión de subproductos procedentes de la oliva y la colza, el proyecto ha sido de gran utilidad para realizar intercambios de conocimiento y estrechar las relaciones entre los socios colaboradores de los países involucrados.

El INTI San Luis también cuenta con una línea de investigación sobre valorización de residuos agroindustriales, como es el caso de la cáscara del huevo para su utilización en la elaboración de pinturas en reemplazo del carbonato comercial. El INTI Mendoza, por su parte, se encuentra avanzando con éxito en aplicaciones tecnológicas para el desarrollo de ingredientes funcionales a partir de subproductos de la industria avícola con el propósito de valorizarlos a partir de tecnologías de conversión enzimática.

En materia de protección de cultivos, el Laboratorio de Toxicología Ambiental del Instituto de Medicina y Biología Experimental de Cuyo (IMBECU-CONICET) del CCT Mendoza ha desarrollado un nuevo insecticida de base nanotecnológica a partir de subproductos agrícolas. La UTN-Facultad Regional de Mendoza y la Universidad Nacional de Cuyo, por su parte, gestaron un plaguicida biológico a partir de la fermentación de un hongo para combatir la polilla de la vid, y toda una línea de desarrollo de productos biológicos para el control de plagas agrícolas, que sentaron las bases para una iniciativa productiva de base tecnológica llamada Biopro.

El dinamismo bioeconómico abarca, naturalmente, a la industria vitivinícola, característica de la región. El Instituto de Biología Agrícola de Mendoza (IBAM-CONICET/ Universidad Nacional de Cuyo) lleva adelante una línea de aprovechamiento de compuestos bioactivos a partir de sus residuos. Un ejemplo es la aplicación tecnológica sobre el orujo de la variedad malbec para recuperar compuestos fenólicos, a fin de pasar

de un aprovechamiento de bajo valor agregado, como lo es la mejora de suelos, a otro de características biotecnológicas, añadiendo un eslabón a la cadena de agregado de valor.

INTA también tiene una prolífica actividad de investigación y desarrollo en el aprovechamiento de residuos agropecuarios y agroindustriales en la zona de valles. Abarca un extenso abanico de temas, entre los que se cuentan diversos análisis de composición química de residuos de los cultivos de la zona, compostaje con alperujo y bagazo y obtención de biopolímeros a partir de residuos de la industria olivícola, entre otros.⁶³

Por otra parte, esta zona también presenta actividad de aprovechamiento bioeconómico de residuos sólidos urbanos. Con apoyo del FONARSEC de la ahora denominada Agencia de I+D+i, un consorcio que nuclea a cuatro socios –la Municipalidad de Las Heras; la empresa Tysa, quien opera el relleno sanitario; EMESA, empresa mendocina de energía; y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo– se propone producir biogás en Mendoza con ingreso de efluentes tratados mediante una tecnología novedosa para climas áridos. Se trata de un proyecto experimental que está pronto a inaugurarse y cuyos resultados de evaluación definirán la factibilidad y conveniencia de replicarlo en otros puntos del país.

Fuera del aprovechamiento de residuos en la zona de valles cordilleranos se presenta un amplio campo de oportunidades a desarrollar en la biorregión, rica en biomasa arbustiva –y extendida en un muy amplio territorio–. La extensión y características del territorio permiten avanzar con nuevos cultivos energéticos sin afectar tierras actualmente productivas. No obstante, tal aprovechamiento bioeconómico requiere de algunas condiciones de base que en la mayor parte del territorio no abundan; entre ellas se encuentran las usuales de infraestructura para viabilizar las industrias extractivas, de procesamiento y comercialización –particularmente en las zonas no urbanas, que comprenden la inmensa mayoría del territorio–, pero también profundizar el conocimiento sobre las especies arbustivas y pastizales de la zona, técnicas para su propagación y tecnologías de valorización.

En efecto, el uso de arbustos como recurso biomásico ha sido poco explorado en general a escala global, por lo que existe un menor grado de conocimiento de manejo agronómico y de desarrollo genético. Los rendimientos se encuentran en valores medios (12-26 toneladas hectárea año); la ventaja es que son perennes, tienen tolerancia a baja disponibilidad de agua y de nutrientes y se pueden sembrar en base a semillas. Constituye un área con potencial de desarrollo, dado las características, ya mencionadas, de la fisonomía del país y la biodiversidad de especies nativas que habitan las áreas menos productivas de las regiones semiáridas.

Otro grupo de especies a considerar para aprovechamiento energético es el de las gramíneas, perennes y con alto potencial de producción de biomasa. Un ejemplo es la caña de castilla, que cuenta con un rendimiento medio de 40-45 toneladas de materia seca por hectárea/año en la zona y alta tolerancia a condiciones ambientales adversas. Es un cultivo muy interesante para aprovechamiento bioenergético de esta región bioeconómica, no solo por las aptitudes de suelos y clima, sino también porque no presenta usos alimenticios. No obstante, es preciso profundizar el conocimiento sobre tecnologías de propagación –algunas especies no se pueden propagar a través de semillas sino por órganos vegetativos–, manejo agronómico y mejoramiento genético.

Finalmente, como puede advertirse en los mapas I y II del Anexo, en la región hay una considerable presencia de instituciones de ciencia y tecnología. Naturalmente se observa una concentración en los centros urbanos más importantes y en los enclaves productivos, mientras que las áreas menos pobladas son alcanzadas principalmente por unidades de extensión del INTA.

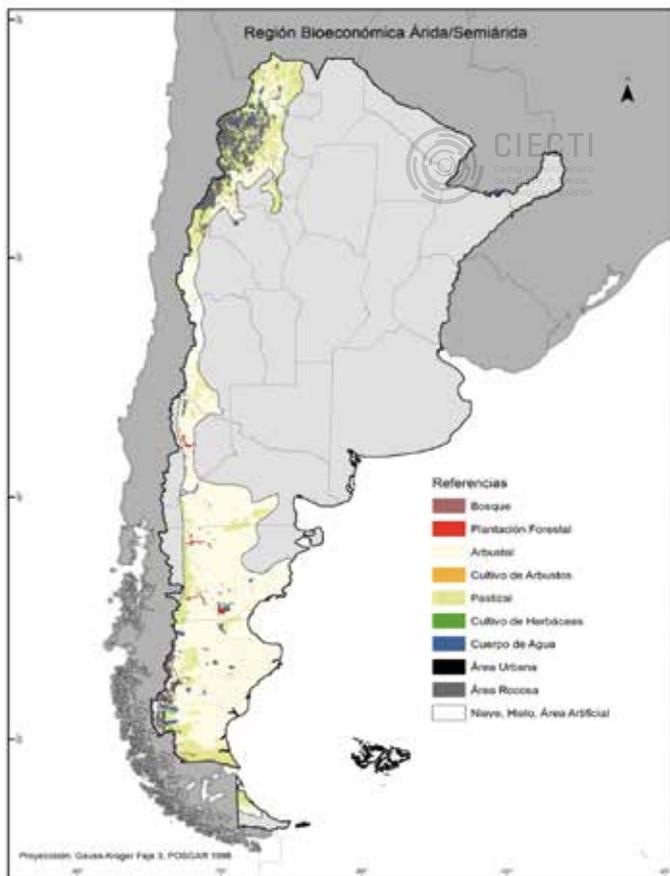
⁶³ Se sugiere consultar <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-i_simposio_de_uso_de_residuos_agropecuarios_y_agroindustriales_del_noa_y_cuyo_-_resumenes_y_mesas_redondas_o.pdf>.

Región bioeconómica Árida/Semiárida

Caracterización socioambiental

Esta región bioeconómica se prolonga por el oeste del país como una franja desde el límite con Bolivia hasta el noroeste de Neuquén y a partir de allí se extiende por la Patagonia extra-andina. Incluye las ecoregiones de Puna, Altos Andes y Estepa Patagónica. Su cobertura vegetal es muy variable, dependiendo de factores climáticos y del relieve. La aridez, el frío, los fuertes vientos, los suelos pedregosos o arenosos, sueltos y poco profundos, determinan la presencia de estepas gramíneas o estepas arbustivas con plantas que forman matas bajas en cojín o roseta y arbustos bajos. La vegetación forrajera es escasa y variable tanto espacial como temporalmente. Las actividades productivas más importantes se desarrollan en los oasis de riego. En particular, en los sitios donde se concentra el agua se forman vegas o mallines con una cubierta densa de vegetación herbácea que es aprovechada para el pastoreo. Sin embargo, hay que advertir que la fragilidad de estos ecosistemas requiere del uso racional para evitar el deterioro de su productividad. En algunas lagunas alto-andinas se encuentran bacterias y algas extremófilas adaptadas a persistir en ambientes extremos con alta radiación UV, alta salinidad y pH alcalino.

Mapa 6 Apertura de la región bioeconómica Árida/Semiárida por usos y cobertura de suelos



Fuente: Elaboración propia con base en capas de información espacial proveniente de diversas fuentes (ya mencionadas).

Perfil productivo

Esta biorregión presenta enclaves económicos muy específicos y de baja articulación local. El polo electrónico en Tierra del Fuego, de vital importancia regional, constituye un ejemplo. En la Patagonia la biorregión es muy rica en hidrocarburos, que son explotados en diferentes puntos del territorio. El complejo ovino es muy relevante en la Estepa Patagónica, por otra parte, en el nodo Salta-Jujuy se destacan la minería y la siderurgia. La Puna es también una zona destacada en materia de turismo. En ella también tienen importancia creciente cultivos como quinua, tarwi, amaranto y papa, y se realiza ganadería extensiva de camélidos y de ganado caprino, ovino y bovino.

Perfil bioeconómico

Como se puede apreciar a partir de la descripción del perfil productivo de la región, esta presenta escasa actividad de generación de biomasa. Las principales razones se pueden encontrar en sus características ecosistémicas. Aun así, existen posibilidades de desarrollo bioeconómico al menos en territorios no tan alejados de los centros urbanos y de la infraestructura fundamental para su prosperidad.

La actividad bioeconómica con mayor potencial es la energética y presenta algunas similitudes con el caso del sur de la región Monte anteriormente desarrollada. Una posibilidad es el uso de pasturas, que ofrecen diferentes ventajas: son cultivos perennes, existe un paquete tecnológico probado, se cuenta con proveedores locales, costos bajos de producción, etc. Se debe tener en cuenta que una pastura de mala calidad para alimentación animal puede ser muy buena para aprovechamiento energético, siempre y cuando posea altos contenidos de celulosa y de lignina. La desventaja radica en que los rendimientos de biomasa no son muy altos; la pastura “agropiro” en Patagonia constituye un ejemplo.

Otra alternativa para la generación de biomasa es el empleo de cultivos anuales flexibles. Se destaca el sorgo, a partir del cual se puede producir etanol, ya cultivado en esta biorregión de manera principalmente experimental. Es un cultivo muy interesante para aprovechar suelos con baja aptitud agrícola, con rendimientos entre 10-50 toneladas de materia seca por hectárea/año. Es más alto que los pastizales y de utilidad para impulsar la actividad ganadera.

Por otra parte, el potencial de los arbustos patagónicos no se circunscribe exclusivamente a su potencial energético. La flora argentina también se destaca por la biodiversidad entre sus especies arbustivas y, por lo tanto, por sus potenciales usos. En ese sentido, científicos/as del Instituto de Química y Metabolismo del Fármaco (IQUIMEFA-CONICET) desarrollaron una línea de investigación sobre la jarilla hembra, un arbusto de tallo leñoso, que dio origen –vinculación tecnológica mediante– a un producto para la recuperación capilar humana que tuvo éxito comercial en el país y hoy en día se exporta a Europa.

Asimismo, la Puna presenta particularidades vinculadas a su andinidad, en donde el foco se debe colocar en la agregación de valor sobre cultivos y producción biomásica, en muchos casos con raigambre en los pueblos originarios. La quinua constituye un caso emblemático en este sentido, hasta hace no mucho tiempo de bajo aprovechamiento en la Argentina; en 2014, por iniciativa del entonces Ministerio de Agroindustria de la Nación se creó el clúster de la quinua en Jujuy y recientemente ha tomado renovado impulso.⁶⁴ El clúster nuclea al sector público (ex Ministerio de Agroindustria de la Nación, ministerios provinciales y Municipalidad de Humahuaca), al privado (cooperativas de trabajo, cámaras empresariales, asociaciones de pequeños productores, etc.) y al científico-tecnológico (INTA y Universidad Nacional de Jujuy). Tiene por objetivo promover la producción y el desarrollo local a través del agregado de valor en origen y la promoción de buenas prácticas.

⁶⁴ De hecho, en abril de 2018 se ha inaugurado una planta para el procesamiento y fraccionamiento de los granos de hasta 200 kg/hora.

El amaranto y la cañahua son otros granos autóctonos cuya producción se está poniendo actualmente en valor y, en parte por sus altos precios internacionales, ofrecen mucho potencial en el mediano plazo.

En la misma línea, dado que la demanda actual de semilla para el cultivo de la quinua no alcanza a cubrirse con la producción local –motivo por el cual los agricultores se ven en la necesidad de utilizar semilla de origen desconocido, sin identificación ni control fitosanitario–, actores nacionales y provinciales del sector público y privado impulsaron una iniciativa que abarca a las provincias de Catamarca, Salta y Jujuy, cuyo propósito es promover la creación de una red de pequeños productores y técnicos de la región NOA con capacidades en producción semillera.

A nivel de forestación el potencial es más acotado, pero de ninguna manera nulo. Cabe destacar al cardón, una especie autóctona cuya madera es muy apreciada en la construcción, pero que ha sufrido un uso poco sustentable que ha puesto en riesgo la especie; sí puede ser mejor aprovechado en lo que respecta a sus frutos.⁶⁵ Debemos señalar que el aprovechamiento para la construcción es limitado debido a su lento proceso de crecimiento.

En general, en toda la zona de la Puna la biomasa presenta una biodiversidad significativa. No obstante, la situación de escasez de agua generalizada es un condicionante importante. Por ese motivo es necesario profundizar el conocimiento de cuencas subterráneas para el mejor aprovechamiento del agua y la implementación de sistemas de riego que aumentarían considerablemente la producción.

A modo de conclusión, se puede afirmar que esta biorregión presenta muchas más posibilidades para el aprovechamiento bioeconómico que a lo que a simple vista se podría sugerir. El bajo costo de sus tierras y su vacancia, en conjunto con los adelantos científico-tecnológicos, ofrecen oportunidades al menos en sectores específicos donde los suelos pueden producir vegetación para uso energético. De todos modos, cabe advertir que la escasez de agua, las deficiencias de infraestructura y la baja densidad de habitantes –fundamentalmente en la Estepa Patagónica– imponen severas limitaciones a la rentabilidad eventual de los emprendimientos productivos de esta naturaleza.

Región bioeconómica Marina

Caracterización socioambiental

La biorregión Marina comprende el área definida por la zona económica exclusiva de la Argentina (de más de 1.500.000 km²). Posee condiciones de alta productividad originadas por el encuentro entre la corriente fría de Malvinas y la corriente cálida de Brasil, que ocurre frente a las costas bonaerenses, sumado a los frentes de talud y los frentes de marea. Las condiciones del lecho marino y la transparencia del agua en el mar Patagónico, Antártico y de las islas del Atlántico Sur posibilitan el desarrollo de praderas marinas con enorme diversidad de algas verdes, rojas y pardas. Si bien la diversidad de la ictiofauna es menor respecto de la de otros mares, se destaca su alta densidad. La concentración de grandes cantidades de fito y zooplancton, en particular en las zonas de alto aporte de nutrientes como frente al río de la Plata, en el talud de la plataforma y en desembocadura de ríos patagónicos, se traduce en mucha y variada biomasa de peces, aves y mamíferos marinos. Estas características hacen que la costa argentina sea de gran interés tanto para la conservación como para el desarrollo de las economías locales y regionales.

Dentro de esta biorregión se destacan cinco áreas, definidas en la iniciativa Pampa Azul, que resultan relevantes por sus características oceanográficas, ecosistémicas y por el impacto potencial de las actividades humanas: el sistema fluvio-marino del río de la Plata; el Frente del Talud Continental / Agujero Azul; el golfo San Jorge; el Banco Burdwood / Área Protegida Namuncurá y las islas Subantárticas.

⁶⁵ En el departamento de Humahuaca existe un valle donde crece un bosque de cardones gigantes, único en el mundo. Los ejemplares miden entre diez y quince metros de altura y poseen diámetros próximos a los dos metros.

Mapa 7 **Áreas prioritarias de la región bioeconómica Marina de acuerdo con la iniciativa Pampa Azul**



Fuente: Elaboración propia con base en capas de información espacial proveniente de diversas fuentes (ya mencionadas).

Perfil productivo

El mar Argentino cuenta con un perfil productivo diverso, de potencial considerable, pero actualmente poco aprovechado. Posee diversas cuencas petroleras, desde el Salado hasta las islas Malvinas. La pesca comercial a gran escala constituye una actividad relativamente reciente, en la cual la merluza representa aproximadamente el 50% de las capturas, seguida por el calamar. La industrialización y comercialización de la actividad pesquera constituyen las actividades económicas de mayor relevancia. Por otra parte, la maricultura se encuentra todavía, en términos relativos, en una fase incipiente de desarrollo, pese a los reiterados impulsos que se han promovido desde diferentes espacios de la gestión pública en los últimos veinte años.

Perfil bioeconómico

Los sistemas marinos y costeros argentinos se encuentran entre los más productivos del mundo, pero a la vez entre los menos aprovechados. Sustentan una compleja interacción de ecosistemas y cobijan una muy significativa biodiversidad. La iniciativa Pampa Azul propone alcanzar un mayor nivel de soberanía sobre la plataforma y el talud continental. En la actualidad el aprovechamiento bioeconómico se basa en actividades extractivas de bajo valor agregado y concentradas en unas pocas especies. La bioeconomía abre las puertas para desarrollar una matriz productiva no solo mucho más diversificada, sino también más sustentable. La producción y el aprovechamiento integral de peces y algas marinas constituyen los primeros pasos que ya se están dando en un país cuyos vínculos económico-estratégicos con su mar se encuentran aún muy rezagados.

Pampa Azul reviste un carácter estratégico a nivel nacional, jerarquizado por las máximas autoridades de gobierno. Es una iniciativa coordinada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, a través del Gabinete Científico Tecnológico (GACTEC), en la que también participan los ministerios de Relaciones Exteriores y Culto, de Agroindustria, de Turismo, de Defensa, de Seguridad y de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Cuenta con diversas líneas de investigación, entre las que, a los fines estrictamente bioeconómicos, se destacan la expansión del conocimiento sobre zonas particularmente biodiversas y sobre especies relevantes desde el punto de vista de la pesca tradicional y la promoción de tecnologías de cultivos de organismos marinos destinadas a la alimentación.

En otras palabras, dicha iniciativa daría el puntapié inicial para transitar el camino desde la actividad científica a la actividad económica intensiva en biotecnología. Esta posee una amplia gama de aplicaciones, tal como se empieza a verificar en otros países del mundo en torno al agregado de valor sobre recursos marinos. Entre ellas se destaca la producción química, de bioplásticos y la manipulación de microorganismos. En términos productivos se esperaría un impacto potencial en la industria cosmética, la alimenticia, la farmacéutica, de energías renovables, y de tecnologías ambientales y químicas.⁶⁶

Las iniciativas marinas con noción de circularidad en la Argentina son escasas. No obstante, se cuentan algunas que ponen de manifiesto el potencial; a modo ilustrativo, en la sede de Tierra del Fuego de la Universidad Tecnológica Nacional identificaron un problema ambiental con los residuos de la pesca e iniciaron una línea de trabajo para la producción de biocombustibles derivados de los aceites de pescado (biodiésel) y compost a partir de los residuos del pescado y de la poda urbana.

Otro caso de estudio a mencionar es el del alga *Undaria pinnatifida* (wakame) para la industria alimenticia. Se trata de una macroalga exótica invasiva que habita las costas argentinas desde hace veinte años, y cuya penetración se presenta hasta en el 50% de su extensión. El Centro Nacional Patagónico de CONICET (CENPAT) ha desarrollado una línea académica y otra productiva a partir de esta problemática ambiental. La línea productiva inicia con la cosecha por buceo mediante pesca artesanal. Posteriormente, en una planta pesquera las algas son seleccionadas, lavadas con agua salada primero, con agua dulce luego, y finalmente secadas en baja temperatura. Por último, la lámina es separada de la nervadura, troceada manualmente y envasada. Se comercializa a nivel nacional como producto nutracéutico. En definitiva, una invasora potencialmente peligrosa se convirtió en un recurso económico para la región.

Otra de las posibilidades de aprovechamiento bioeconómico del mar lo ofrece la maricultura, que a pesar de no ser de gran escala en el país, se encuentra presente en la región desde hace más de 25 años. Cabe señalar que la Argentina se encuentra entre los diez primeros países del planeta en cuanto a áreas factibles para la acuicultura marina. Actualmente en el país se cultivan principalmente moluscos bivalvos; en orden de importancia, los productos cultivados abarcan el ostión japonés y el mejillón. Como hito destacado vale

⁶⁶ Para conocer estimaciones económicas de las actividades productivas marinas en la Argentina en el mediano plazo, se recomienda consultar una publicación del CIECTI elaborada por Baruj y Drucaroff (2018), disponible en <www.ciecti.org.ar/publicaciones/it10-estimaciones-potencial-economico-oceano-argentina/>.

mencionar la reciente reglamentación de la Ley Nacional de Desarrollo Sustentable del Sector Acuícola, N° 27.231 –sancionada en noviembre de 2015 y reglamentada en septiembre de 2017–, que se propone dotar a la actividad acuícola de un marco normativo para su regulación, control, fiscalización y fomento. Entre otras cosas, la ley prevé la creación de un Fondo Nacional de Acuicultura. Actualmente la producción es baja a la luz de parámetros internacionales y, mayoritariamente, se realiza en agua dulce.⁶⁷

En materia de instituciones de ciencia y tecnología es preciso señalar la conformación de una red de institutos del mar –que representa la masa crítica de las investigaciones marinas en el marco de la iniciativa Pampa Azul–, compuesta por el Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET), el CENPAT-CONICET, el Instituto Argentino de Oceanografía (IADO-CONICET/UNS), el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC-CONICET), el Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA-CONICET/UBA), el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), el Instituto de Biología Marina y Pesquera Almirante Storni (IBMPAS-UNCO), el Servicio de Hidrografía Naval (SHN), la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y el Instituto Antártico Argentino-Dirección Nacional del Antártico. Sin duda, una de las cartas argentinas se juega en el desembarco de las probadas capacidades biotecnológicas –científicas y productivas– hacia sus vastos mares.

Síntesis de los principales rasgos de la bioeconomía de las biorregiones identificadas

A modo de resumen, a continuación se presenta el cuadro 6 que sintetiza los principales rasgos de la bioeconomía de cada una de las regiones bioeconómicas desarrolladas.

Cuadro 6 Síntesis de los principales rasgos de las bioeconomías de las biorregiones identificadas

Región bioeconómica	Principales rasgos de su bioeconomía
Cinturón Urbano-Industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad científico-tecnológica, nodo nacional en plataformas de innovación de base biotecnológica. • Muy significativa producción de RSU, con posibilidades de mayor aprovechamiento bioenergético. • Concentración de empresas, entre ellas numerosas de base biotecnológica.
Alta Productividad Agropecuaria	<ul style="list-style-type: none"> • Región bioeconómica por excelencia del país: tierras, infraestructura, tecnologías y mercados. • Liderazgo en producción de biocombustibles. • Muy destacado desarrollo de biotecnología en semillas. • Crecientes iniciativas de aprovechamiento energético de residuos de actividades agropecuarias.
Forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Excelentes condiciones ecológicas para la producción de biomasa forestal y su aprovechamiento. • Masa crítica de instituciones de ciencia y tecnología. • Capacidades para el desarrollo de productos biotecnológicos provenientes de bosques. • Crecientes proyectos de aprovechamiento energético a partir de biomasa forestal.
Monte	<ul style="list-style-type: none"> • Numerosas líneas de aprovechamiento de subproductos de las industrias vitivinícola y olivícola. • Destacada dinámica de la red científico-tecnológico en materia de bioeconomía. • Oportunidades de generación de bioenergías en zonas poco productivas mediante tecnologías de aprovechamiento arbustivo y cultivos energéticos.

(cont.)

⁶⁷ El potencial económico anual de la acuicultura marina argentina se estima, a 2035, en hasta más de 600 mil millones de dólares (*ibid.*, p. 49).

(cont.)

Árida/Semiárida	<ul style="list-style-type: none">• Reducidas condiciones de base para el desarrollo de una bioeconomía tradicional.• Cultivos tradicionales en la Puna con alto valor nutracéutico y potencial para la generación de renta a partir de intensificación tecnológica.• Cultivos anuales, pasturas y arbustos patagónicos con posibilidades de aprovechamiento energético.
Marina	<ul style="list-style-type: none">• Los sistemas marinos y costeros argentinos se encuentran entre los más productivos del mundo, pero a la vez entre los menos aprovechados.• Proyecto Pampa Azul como estrategia nacional para profundizar el conocimiento de la biodiversidad y promover su aprovechamiento.• Potencial de aprovechamiento de residuos de la industria pesquera.• Maricultura incipiente.

Fuente: Elaboración propia.

DESAFÍOS AL 2030 PARA EL DESARROLLO DE LA BIOECONOMÍA EN EL PAÍS

Dimensiones clave de intervención

El paradigma de desarrollo basado en la bioeconomía, como se ha expresado reiteradamente a lo largo de este trabajo, le brinda a la Argentina una oportunidad única para posicionarse como un actor de relevancia en la arena global en cuanto a la creación de valor con densidad tecnológica. Cuenta con recursos, fundamentalmente naturales –extensión territorial (continental y marítima), biodiversidad y rendimiento–, pero también humanos –en principio, destacados grupos de investigación en el ámbito de la biotecnología– e institucionales. No obstante, la creación de negocios bioeconómicos presenta un nivel solo incipiente en relación a los países desarrollados de Europa y al potencial del que dispone el país. Las razones de ese déficit son varias y no están ajenas a la dinámica nacional de los procesos de desarrollo económico de largo plazo, con apropiabilidad sujeta a un grado considerable de incertidumbre.

En el presente documento también se mencionaron algunas experiencias promisorias en bioeconomía, que se extienden desde la producción de biomasa –por ejemplo, mediante la modificación genética de organismos–, pasando por la conversión en biocombustibles y la elaboración de biomateriales. Desde lo productivo, el desafío se centra en replicar experiencias y escalar tecnológicamente en los lugares de origen de la biomasa. Sin embargo, la reposición de los recursos naturales y el cuidado de la diversidad no están garantizados y deben jerarquizarse como objetivos irrenunciables. Vinculado a esto, es necesario fomentar la participación ciudadana y el enfoque de economía circular a partir del compromiso de los diferentes niveles jurisdiccionales de la administración pública.

Se trata de dimensiones que apuntalan la apertura de una ventana de oportunidad como, asimismo, de la necesidad de políticas públicas tanto desde el Estado nacional como de los provinciales. La Argentina ha dado pasos firmes en esa dirección, como ya se indicara, desde la incorporación de la bioeconomía como núcleo estratégico del Plan Argentina Innovadora 2020⁶⁸ hasta la fecha, tarea en la que el MINCyT ha jugado un rol de liderazgo. A nivel nacional, la reciente creación del Consejo Nacional de Bioeconomía, que nuclea a diferentes ministerios de la esfera nacional, representa un paso importante, si bien aún en consolidación, hacia la necesaria articulación y coordinación para potenciar el rol estatal ante los desafíos de carácter transversal que presenta el paradigma de desarrollo bioeconómico. En el marco de la seleccionada estrategia de regionalización también deben jugar un rol los estados e instituciones subnacionales. Estas involucran a la nación, a las regiones o provincias y a los municipios, y son complementarias.

⁶⁸ En rigor, el nombre del núcleo es “Biorrefinerías: bioenergía, polímeros y compuestos químicos”.

En general, las políticas nacionales se encuentran más relacionadas con las cuestiones regulatorias y normativas, el financiamiento, la generación de condiciones macroeconómicas que promuevan la inversión en negocios rentables en el mediano plazo, de infraestructura, la promoción mediante certificaciones de procesos y productos, la concientización ciudadana a gran escala, etc.; mientras que las regionales y locales se refieren más a promover la generación de “capital relacional”, esto es, la asociación de actores en una zona o emplazamiento específico, y presentan las heterogeneidades propias que le son a los diferentes vínculos y sectores productivos. En cualquier caso, es necesario que operen coherente y consistentemente en una misma dirección.

Asimismo, dado el carácter transversal de muchos de los temas relacionados con la bioeconomía, en cada uno de ellos, además de arbitrar mecanismos que permitan articular las distintas instancias de gobierno, se debería adoptar un enfoque de *policy mix* que conecte las distintas áreas de trabajo y permita coordinar y potenciar las distintas iniciativas en marcha, como así también generar las sinergias que posibiliten aprovechar plenamente las oportunidades que se vayan identificando –tal como se promueve desde el Consejo Nacional de Bioeconomía.

La estrategia para esto no es menor en tanto que la formulación de una estrategia exitosa de desarrollo de las distintas biorregiones y de fortalecimiento y conformación de bioclústeres, permitiría alcanzar diferentes objetivos:

- Mayor producción de biomasa con actividades de transformación y agregado de valor en origen y de manera sustentable basados en la mejora de: la eficiencia, la productividad y la gestión de la biomasa; la promoción de la reducción de pérdidas productivas; y el aprovechamiento de residuos para usos secundarios o producción de energía.
- Realización de un uso más amplio y eficiente de los recursos, procesos y principios biológicos para la producción y provisión de bienes y servicios. Esto involucra en gran medida a la biotecnología, pero no solo a ella, e implica utilizar a los organismos biológicos como biofábricas y como modo de producción industrial.

Las dos cuestiones mencionadas aluden a los productos y los procesos relacionados con la bioeconomía, ya que esta involucra tanto mayor cantidad y variedad de biomasa y nuevos bioproductos y biomateriales como nuevas formas de producción y transformación utilizando organismos y técnicas biológicas.

A su vez, además de estos fines directos de una estrategia de desarrollo basada en la bioeconomía, algunos resultados indirectos o derivados en materia económica, social y ambiental serían un desarrollo local y regional más balanceado, dada la característica fundamental de la distribución territorial de los recursos biomásicos y las ventajas de la transformación y procesamiento en origen –en muchos casos su producción misma ya implica algún tipo de transformación–; un esquema productivo más amigable con el medio ambiente; una mayor producción energética y una matriz energética más equilibrada como resultado de un mayor peso de fuentes basadas en biomasa frente a las derivadas de hidrocarburos; y un aumento de la intensidad tecnológica de la producción con el consiguiente mayor requerimiento de conocimientos para mantener una matriz productiva más diversificada, competitiva y de potencial para generar empleos de calidad.

En este marco de reflexiones sobre dimensiones a priorizar y criterios en materia de intervención, la siguiente sección concluye el trabajo planteando a un nivel más desagregado lineamientos para operacionalizar las dimensiones destacadas de intervención.

Lineamientos estratégicos y operativos para su abordaje

Como se plantea a lo largo del documento, la bioeconomía traza oportunidades y desafíos al país. Trasciende largamente la disponibilidad de biomasa en cantidad y variedad. La posibilidad de plantear un proceso de desarrollo sustentable basado en este modelo emergente involucra, para el caso argentino, poder alinear las diversas y renovadas capacidades que tienden a acompañar a los ROB en la ecuación de la bioeconomía. En esa dirección, teniendo en cuenta que la Argentina cuenta con una dotación abundante y diversificada de este tipo de recursos, experiencias exitosas en su aprovechamiento y otras en estado incipiente, competencias científico-tecnológicas nada despreciables –en especial en disciplinas muy “funcionales” al desarrollo bioeconómico como la biotecnología– y una acumulación aceptable de capacidades productivas de bienes y servicios en diversas áreas de actividad, constituyen un interesante punto de partida desde el cual la expansión de las iniciativas en materia bioeconómica en el país se beneficiarían de una mayor direccionalidad e integralidad.

Este trabajo propone profundizar en esos dos ejes a partir de un enfoque que enfatiza la dimensión territorial, con el avance en la identificación y análisis de los niveles de intervención y formas organizativas consideradas más efectivas para materializar el potencial de desarrollo bioeconómico: las biorregiones y los bioclústeres.

Desde la perspectiva centrada en las biorregiones y bioclústeres, la mayor direccionalidad e integralidad de las iniciativas requiere de su coordinación y complementación y de las instituciones y normas a nivel nacional, provincial/regional y municipal. En el marco de la coordinación y la complementación entre los niveles mencionados, las principales estrategias y herramientas de política pública orientadas a promover el desarrollo de la bioeconomía de forma descentralizada y atendiendo las particularidades a nivel regional –y la conformación y el fortalecimiento de bioclústeres para maximizar las posibilidades que ofrecen las biorregiones– comprenden –sin agotar el espectro de esfuerzos de apoyo posibles– varios ejes y acciones específicas:

- **Ciencia, tecnología e innovación**
 - Identificar y promover las prioridades específicas de investigación (involucrando tanto temas transversales como campos y disciplinas específicas a impulsar).
 - Identificar las actividades de I+D+i que se requieren para avanzar en la dimensión tecnológica aplicada a la bioeconomía y diseñar e implementar instrumentos de apoyo.
 - Promover acciones tendientes a reducir la brecha existente entre la investigación y el mercado.
 - Identificar y apoyar financieramente a empresas/investigaciones o tecnologías capaces de producir productos o procesos con potencial comercial real en el corto plazo (ej.: las levaduras patagónicas).
 - Identificar y promover el uso de productos y procesos bioeconómicos que sean fácilmente adoptables por las industrias.
 - Concientizar a las y los consumidores sobre los beneficios sociales, económicos y ambientales de apoyar el desarrollo de este tipo de productos.

- **Recursos humanos**
 - Identificar y promover las capacidades y competencias prioritarias para el desarrollo de la bioeconomía en todos los niveles de la educación formal y de la formación profesional, para lo cual es necesario un preciso diagnóstico de las principales oportunidades y de las vacancias correspondientes en materia de recursos humanos para su aprovechamiento en diferentes ámbitos (público, privado, de gestión, I+D+i, producción, logística, etcétera).
 - Coordinar las necesidades de capacitación con el sistema educativo de manera de alinear las demandas potenciales con la oferta y capacidades de formación.

- **Infraestructura**

- Impulsar los ajustes en las tecnologías y procesos, como asimismo en el tipo de inversiones requeridas y en el despliegue territorial y, consecuentemente, logístico, de los insumos y productos ante la migración de patrones productivos basados en los enfoques convencionales hacia las nuevas formas de aprovechamiento de la biomasa.
- Identificar y cuantificar las inversiones en infraestructura (almacenamiento, transporte, TIC, electricidad, vivienda, servicios, etc.) requeridas para el adecuado desarrollo de la bioeconomía en las diferentes regiones.
- Promover el desarrollo de empresas o ámbitos institucionales habilitados para certificar los procesos productivos y sus resultados, que resultan requisitos ineludibles para el acceso a un número creciente de mercados internacionales.

- **Financiamiento**

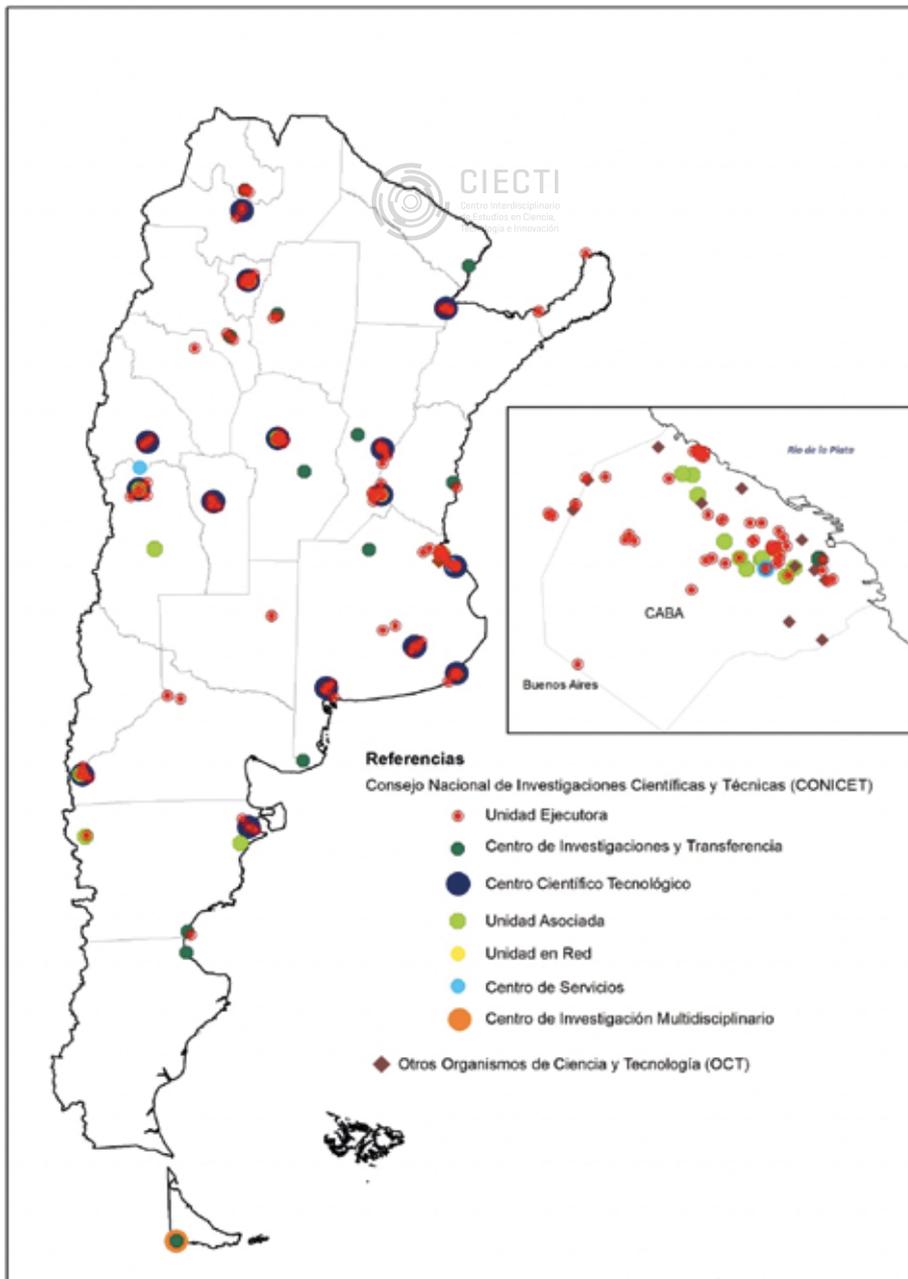
- Vincular las oportunidades de la bioeconomía con los mercados de capitales y el acceso al financiamiento público.
- Fomentar el desarrollo de formas innovadoras de financiamiento de las oportunidades de desarrollo bioeconómico, tomando en cuenta en particular las experiencias exitosas en este campo que hayan tenido lugar en nuestro país.
- Desarrollar el conocimiento de las oportunidades de desarrollo de biomasa en la Argentina de manera de favorecer la atracción de capitales extranjeros.

- **Marcos regulatorios**

- Dado que la bioeconomía implica una nueva forma de enfocar y organizar la economía es indudable que será necesario, más temprano que tarde, revisar los marcos regulatorios existentes y generar nuevos marcos específicos que atiendan las especificidades, el potencial y oportunidades derivadas de ella. Por ejemplo:
 - > Bioseguridad
 - > Propiedad intelectual (de recursos genéticos y de la biodiversidad)
 - > Estándares públicos y privados
 - > Condiciones de ingreso de la inversión extranjera
 - > Mecanismos destinados a posibilitar la revisión y adecuación periódica de los marcos regulatorios vigentes

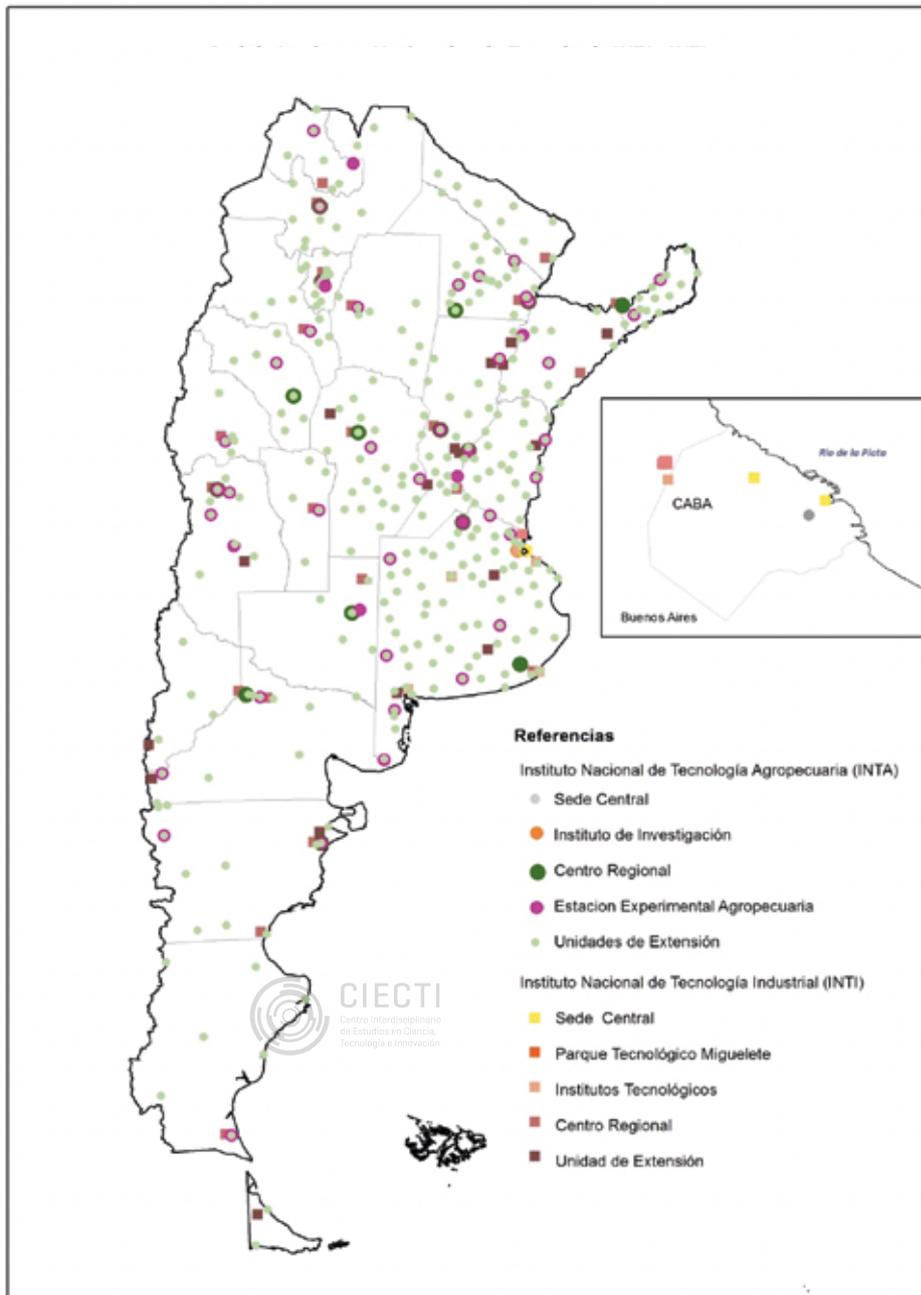
ANEXO

Mapa I Red de instituciones públicas de ciencia, tecnología e innovación: CONICET y organismos de ciencia y tecnología



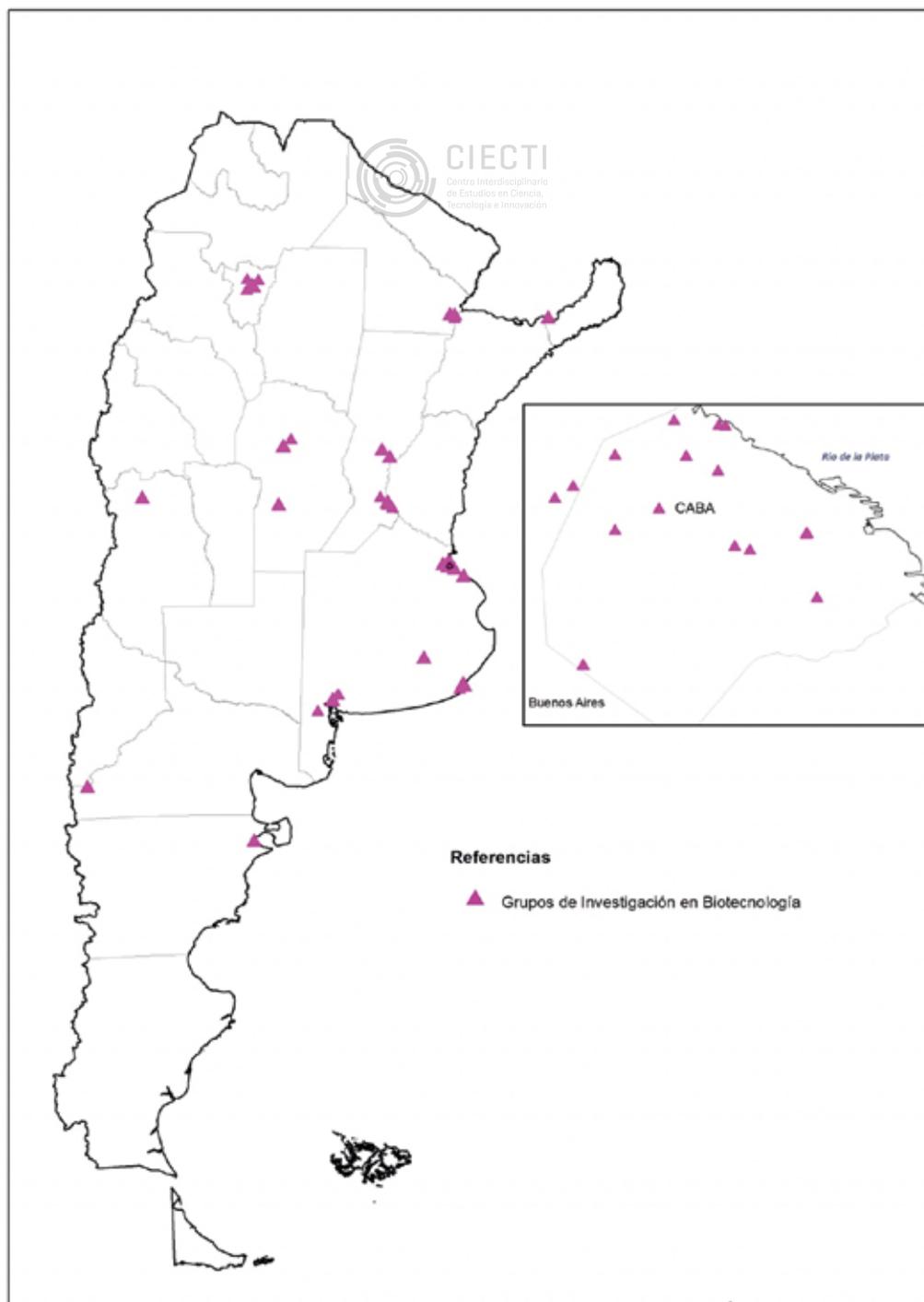
Fuente: Elaboración propia.

Mapa II **Distribución de unidades de INTA e INTI**



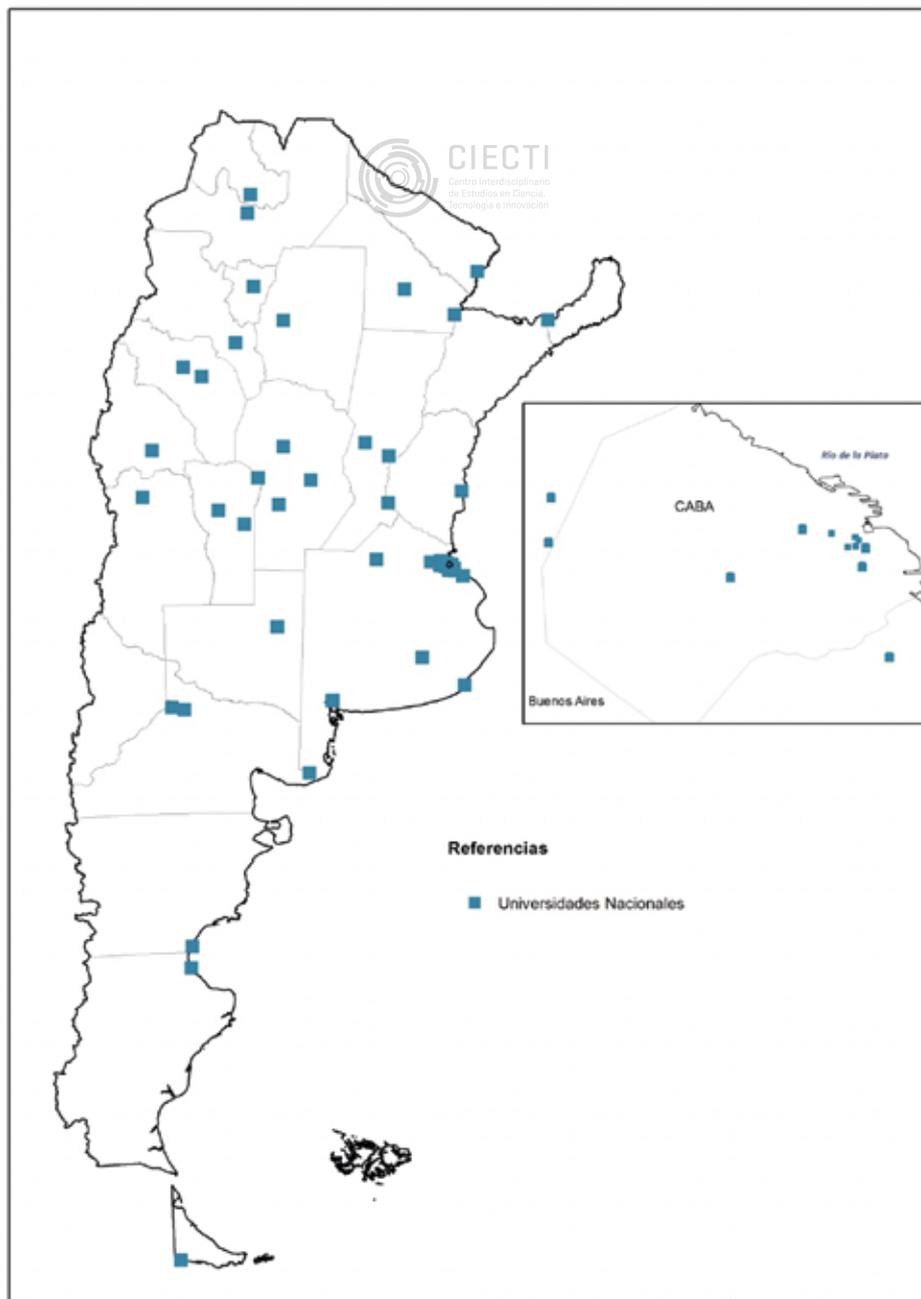
Fuente: Elaboración propia.

Mapa III **Distribución de grupos de investigación de biotecnología relevados en Encuesta Nacional (2015)**



Fuente: Elaboración propia.

Mapa IV Distribución de universidades públicas



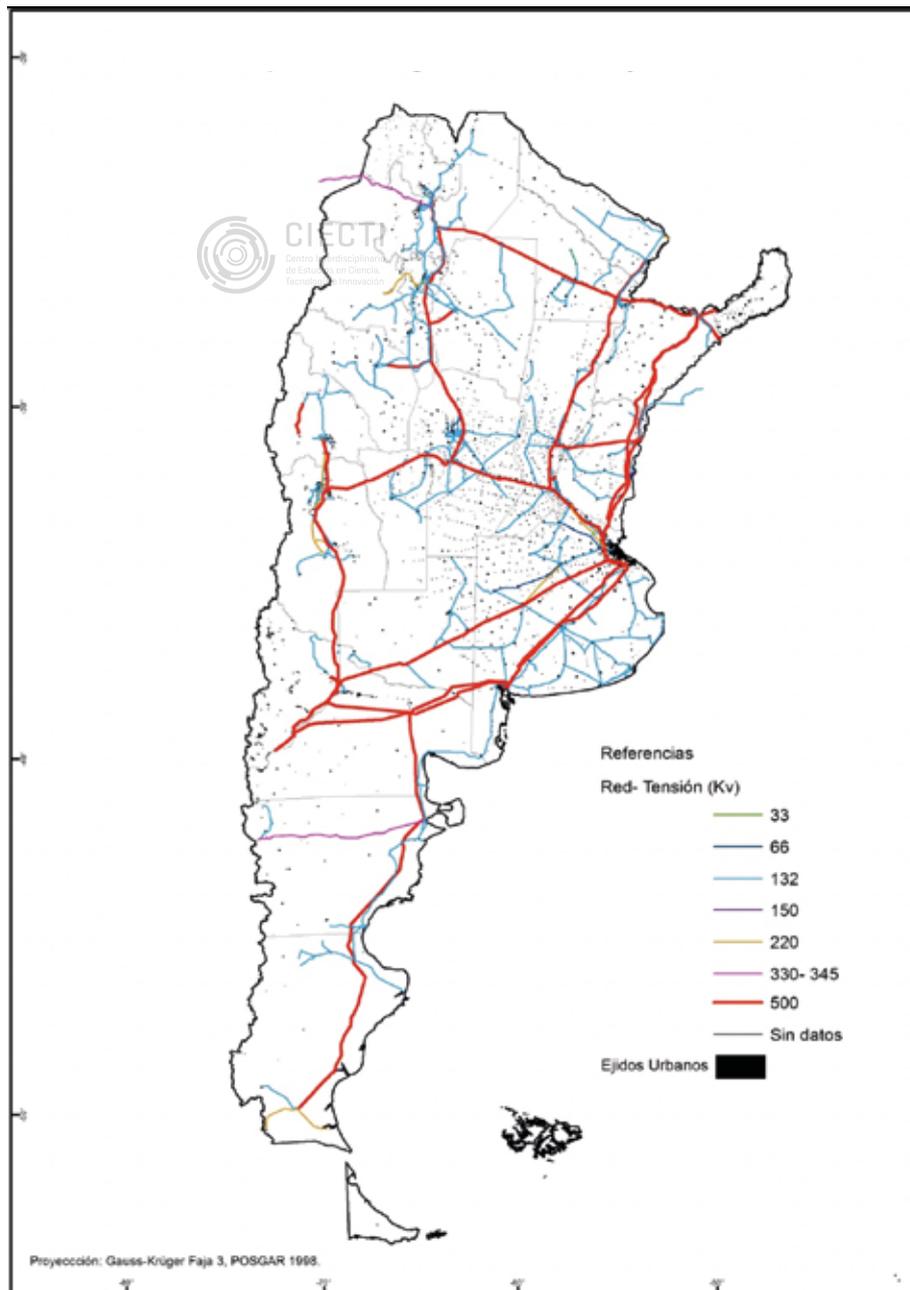
Fuente: Elaboración propia.

Mapa V Infraestructura básica nacional



Fuente: Elaboración propia.

Mapa VI Red de transporte de energía eléctrica de alta y media tensión



Fuente: Elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

- Agropecuaria.org.**, <<http://agropecuaria.org/2016/05/caen-los-precios-internacionales-de-los-agroalimentos-pero-persiste-la-presion-sobre-la-naturaleza/>>.
- Albrecht K. y Ettlting, S.** (2014). "Bioeconomy strategies across the globe", Rural 21, abril.
- Anlló, G. y Bisang, R.** (2015). *Bioeconomía*. Buenos Aires: UCAR / MINAGRO.
- Anlló G. y Fuchs, M.** (2015). "La bioeconomía en Argentina: una primera aproximación" (mimeo), Buenos Aires.
- Anlló, G., Bisang, R. y Stubrin, L.** (2011). *Las empresas de biotecnología en Argentina*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Artopoulos, A.** (2017). "AGROTIC, una apuesta segura", *Perspectiva Digital*. Disponible en <www.practia.global/en/site/Digital-Perspective/Pages/agrotic-una-apuesta-segura.aspx>.
- y **Lengyel, M.** (2019). "Nuevas tecnologías digitales y trabajo: el caso de la producción agroindustrial en la Argentina", documento de trabajo 15.2, serie El futuro del trabajo, Buenos Aires, CIECTI.
- Baruj, G. y Drucaroff, S.** (2018). "Estimaciones del potencial económico del océano en la Argentina", Buenos Aires, CIECTI. Disponible en <www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2018/04/IT10-Pampa-azul_vDigital_16-abril-2018.pdf>.
- BCR** (2017). *Informativo semanal del viernes*, 23 de junio, Rosario, Bolsa de Comercio de Rosario.
- Bisang, R.** (2017). "Bioeconomía y desarrollo. De la teoría a los nuevos modelos de negocios", presentación en el Seminario CIECTI "Recursos naturales y desarrollo: desafíos para la CTI en el siglo XXI", noviembre, Buenos Aires, Centro Cultural de la Ciencia.
- Castells i Boliart, J.** (2014). "Aplicaciones de la biotecnología en la industria. Oportunidades para la renovación de la industria catalana".
- CEPAL y MININT** (2015). "Complejos productivos y territorio en la Argentina: aportes para el estudio de la geografía económica del país", Buenos Aires, CEPAL y Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública del Ministerio del Interior de la Nación.
- Comisión Europea** (2017). "Bioeconomy development in EU regions. Mapping of EU Member States' /regions' Research and Innovation plans & Strategies for Smart Specialisation (RIS3) on Bioeconomy for 2014-2020", 28 de febrero.
- Confederação Nacional da Indústria** (2013). *Bioeconomia: Uma Agenda Para o Brasil*. Brasilia: CNI. Disponible en <www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2019/4/bioeconomia-uma-agenda-para-brasil/>.
- Coremberg, A.** (2019). "Medición de la Cadena de Valor de la Bioeconomía Argentina: Hacia una Cuenta Satélite", Buenos Aires, Secretaría de Producción/Ministerio de Producción y Trabajo, Bolsa de Cereales, Grupo Bioeconomía.
- Dirección de Bosques** (2007). *Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos*. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

- Discher, G. y Shah, M.** (2010). *Farmland investments and food security*. Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis.
- EBP** (2014). "Case Studies of Market-Making in the Bioeconomy", Bruselas, European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.
- Ellen MacArthur Foundation** (2013). "Towards the circular economy. Economic and business rationale for an accelerated transition", vol. 1.
- EuropaBio** (2010), *Building a Bio-based Economy For Europe In 2020*.
- European Bioeconomy Congress Lodz** (2016). *Lodz Declaration of Bioregions*. Disponible en <<https://scanbalt.org/wp-content/uploads/2016/11/LODZ-BIOCOMMUNITIES-DECLARATIONfinalEN6.pdf>>.
- European Bioplastics** (2013). "Bioplastics, Facts and Figures", *European Bioplastics Publications*.
- European Commission** (2013). "Innovating for sustainable growth: a bioeconomy for Europe". Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Bruselas.
- (2016). "Building the European Bioeconomy". Disponible en <<https://ec.europa.eu/research/biotechnology/eu-us>>.
- (2017). "Science for Policy Report. Bioeconomy Report 2016", Bruselas, Joint Research Centre
- European Plant Science Organization (EPSO)** (2010). *The European Bioeconomy in 2030*. Bruselas.
- FAO** (2009). *How to feed the world in 2050*. Disponible en <www.fao.org/fileadmin/user_upload/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf>.
- Finland** (2016). "The Finnish Bioeconomy Strategy. Sustainable growth from bioeconomy. Estudio de calidad de los residuos sólidos urbanos (RSU) de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Informe Final", Buenos Aires, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires y CEAMSE.
- Gawer, A y Cusumano, M.** (2012). "Industry Platforms and Ecosystem Innovation", documento de trabajo presentado a la DRUID Society.
- Georgescu-Roegen, N.** (1996). *La Ley de la Entropía y el Proceso Económico*. Madrid: Fundación Argentaria/Visor.
- Gerland, P.** (2014). "World population stabilization unlikely this century", *Science* 10, vol. 346, Nº 6206, octubre.
- Goicoa, V.** (s/f). "Relevamiento nacional de plantas de biogás. Concurso nacional de agricultura y ganadería de precisión con agregado de valor en origen", mimeo.
- Haarich, S.** (2017). "Bioeconomy development in EU regions", European Commission. Disponible en https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/publications/bioeconomy_development_in_eu_regions.pdf.
- Henry, G. y Trigo, E.** (2014). "La Bioeconomía en América Latina: oportunidades de desarrollo e implicaciones de política e investigación", *FACES*, año 20, Nº 42-4.

- INDEC** (2018). “Biocombustibles: cuarto trimestre de 2017”. Informes Técnicos, Serie Energía. Vol. 2, nº 32, disponible en https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/biocombustibles_o2_18.pdf
- Lengyel, M.** (2019), “Las Bases Organizacionales para el Desarrollo de la Bioeconomía Argentina: El caso de los bioclústeres”, Buenos Aires, FAO, mimeo.
- **y Bottino, G.** (2011). “La producción en red en Argentina y sus fundamentos institucionales”, *Desarrollo Económico*, vol. 51, Nos 202-203, Buenos Aires, IDES.
- Lengyel, M., Aggio, C. y Milesi, D.** (2016). “La nueva agricultura en la Argentina: *commodities* sofisticadas y capacidades de innovación”, documento presentado en taller interno del CIECTI, Buenos Aires.
- Lengyel, M. y Zanazzi, L.** (2017). “La bioeconomía en la Argentina: recursos, oportunidades de desarrollo y estrategias para una nueva plataforma de I+D+i”, Buenos Aires, CIECTI, mimeo.
- Lugones, G., Britto, F., Carro, A., Lugones, M., Quiroga, J., Reinoso, L., Monasterios, C., Blanco, L.** (2017). “Asociación ciencia-empresa para la ‘domesticación’ de la levadura andina y la introducción de mejoras en la producción de cerveza”, Buenos Aires, OITTEC-CIECTI. Disponible en <www.ciecti.org.ar/publicaciones/asociacion-ciencia-empresa-para-la-domesticacion-de-la-levadura-andina-y-la-introduccion-de-mejoras-en-la-produccion-de-cerveza/>.
- Malaysia** (2013). “Bioeconomy Malaysia. Annual Report 2013”.
- Marín, A., Pérez, C. y Navas-Alemán, L.** (2015). “Natural Resource Industries as a Platform for the Development of Knowledge Intensive Industries”, *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, vol. 106, Nº 2, abril, pp. 154-168.
- Milesi, D., Aggio, C., Verre, V. y Lengyel, M.** (2020) “Acumulación de capacidades tecnológicas y especialización productiva: el rol potencial de las actividades basadas en recursos naturales”, documento de trabajo Nº 20, Buenos Aires, CIECTI.
- MINAGRO** (2017). *Macizo y Cortina Forestal*. Buenos Aires: Subsecretaría de Desarrollo Foresto Industrial, Ministerio de Agroindustria de la Nación. Disponible en <<http://ide.agroindustria.gob.ar/visor/?v=forestal>>.
- MINCyT** (2011). *El potencial de la bioeconomía y las biorefinerías en la Argentina*, Buenos Aires.
- (2016). *Biotecnología argentina al año 2030*, Buenos Aires.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca/UCAR** (2015). *Cambio estructural, nuevos desafíos y respuestas globales: Una ventana de oportunidad para las producciones basadas en recursos naturales renovables*, Buenos Aires.
- OECD** (2009). *The Bioeconomy to 2030. Designing a Policy Agenda*. París: OECD.
- Overbeek, G., De Bakker, E., Beekman, V. y Daviel, R.** (2016). *Review of bioeconomy strategies at regional and national levels*. BioSTEP. Disponible en <www.bio-step.eu/fileadmin/BioSTEP/Bio_documents/BioSTEP_D2.3_Review_of_strategies.pdf>.
- PROBIOMASA** (2017). Disponible en <www.probiomasa.gob.ar>.

- Pugatch Consilium** (2014). "Building the Bioeconomy. Examining National Biotechnology Industry Development Strategies", *Briefing Paper*, abril.
- (2016). *Building the Bioeconomy 2016. Annex Enabling Factors and Economy Case Studies*.
- Radosevic, S., Curaj, A., Gheorghiu, R. y Wade, I.** (eds.) (2017). *Advances in the Theory and Practice of Smart Specialization*. Londres: Elsevier.
- Rocha, P. J.** (2012). "State of the Art of LAC Bioeconomy. Related Policies and Institutional Framework", Proyecto ALCUE-KBBE, IICA.
- Rodríguez, A. G., Mondaini, A. y Hitschfeld, M.** (2017). "Bioeconomía en América Latina y el Caribe. Contexto global y regional y perspectivas", serie Desarrollo Productivo, N° 215, CEPAL.
- Schutt, M., Klernx, L., Sartas, J., Lamers, M., Mc Campbel, I., Ogonna, P., Kaushik, K., Atta-Krah y Leeuwis, C.** (2016), "Innovation Platforms: Experiences with their Institutional Embedding in Agricultural Research for Development", *Explaining Agriculture*, vol. 52, N° 4, Cambridge University Press.
- Seghezzi, L., Buliubasich, C. E., Paruelo, J., Volante, J. N., Somma, D. J., Rodríguez, H., Gagnon, S. y Hufty, M.** (2011). "Native Forests and Agriculture in Salta (Argentina): Conflicting Visions of Development", *Journal of Environment & Development*, vol. 20, N° 3, pp. 251-277.
- Sztulwark, S.** (2010). "La innovación agrícola y el nuevo capitalismo. ¿Quién gana y quién pierde?", *Cuadernos de la Ciencia y la Tecnología*, Mateadas Científicas III, Buenos Aires.
- Trigo, E.** (2014). "Bioeconomía: oportunidades y desafíos para América Latina y el Caribe", Buenos Aires, ALCUE-KBBE/Grupo CEO.
- , **Henry, J., Sanders, U., Schur, E., Ingelbrecht I., Revel, C., Santana, C. y Rocha, P.** (2015). "Hacia un desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe", en Hodson, E. (ed.), *Hacia una bioeconomía en América Latina y el Caribe en Asociación con Europa*, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Trigo, E., Vera Morales, E., Grassi, L., Losada, J., Dellisanti, J., Molinari, M., Murmis, M., Almada, M. y Molina, S.** (2015). *La Bioeconomía argentina: alcances, situación actual y oportunidades para el desarrollo sustentable*. Buenos Aires: Bolsa de Cereales de Buenos Aires.
- (2016). *Bioeconomía argentina: visión desde Agroindustria*. Buenos Aires: Ministerio de Agroindustria de la Nación.
- Vallejos, M., Volante, J. N., Mosciaro, M. J., Vale, M. L., Bustamante, M. L. y Paruelo, J. M.** (2015). "Dynamics of the natural cover transformation in the Dry Chaco ecoregion: A plot level geo-database from 1976 to 2012", *Journal of Arid Environment*, N° 123, pp. 3-11.
- Van der Mensbrugge, D., Osorio-Rodarte, I., Burns, A. y Vafes, J.** (2009). "Macroeconomic Environment and Commodity Markets: A Longer Term Outlook", documento preparado para el "Expert Meeting on How to Feed the World in 2050", Roma, FAO, 24-26 de junio.
- Viaggi, D., Mantino, F., Mazzochi, M., Moro, D. y Stefano, G.** (2012). "From Agricultural to Bio-based Economics? Context, State of the art and Challenges", *Bio Based and Applied Economics*, vol. 1, N° 1, pp. 3-11, Firenze University Press.

- Volante, J. N. et al.** (2009). "Cobertura del suelo de la República Argentina. Año 2006-2007", LCCS-FAO, INTA. Disponible en <<http://inta.gob.ar/documentos/cobertura-del-suelo-de-la-republica-argentina.-ano-2006-2007-lccs-fao/>>.
- Weng, L. y Huimin, Z.** (2009). "Industrial biotechnology: Tools and applications", *Biotechnology Journal*, N° 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.
- Zechendorf, B.** (2011). "Regional biotechnology - The EU biocluster study", *Journal of Commercial Biotechnology*, vol. 17, N° 3.



SEPTIEMBRE 2020



MIGUEL LENGYEL es abogado, magíster en Relaciones Internacionales y doctor (c) en Economía Política (Massachusetts Institute of Technology, Estados Unidos). Actualmente es investigador del CIECTI y coordinador del Programa de Innovación, Desarrollo y Sociedad de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), sede Argentina. Entre 2009 y 2014 ejerció como director de esta sede de FLACSO y entre 2006 y 2009 como analista principal de la Oficina del Coordinador Residente del Sistema de Naciones Unidas en la Argentina. Se ha desempeñado como consultor del BID, Banco Mundial, CEPAL, la Escuela de Negocios de Harvard, FAO, OIT, IDRC e INTA, entre otras instituciones. Es docente en FLACSO, en la Universidad de Buenos Aires y en la Universidad Nacional de los Comechingones. Ha publicado numerosos artículos en libros y revistas especializadas en temas de cooperación internacional para el desarrollo, planificación y organización productiva, políticas de CTI y bioeconomía.

LEONARDO ZANAZZI es economista y tiene estudios de posgrado en ciencia política y bionegocios. Se desempeña como investigador del CIECTI y consultor de proyectos con financiamiento de organismos multilaterales de crédito. Se ha especializado en el relevamiento y la gestión de datos cuantitativos y en la utilización de sistemas de información geográfica para el análisis del desarrollo territorial. Desde 2014 forma parte del grupo de investigación en bioeconomía del CIECTI, en el marco del cual ha participado en la elaboración de estudios nacionales y provinciales y en el diseño y la implementación de la línea de análisis geográfico de la bioeconomía.

